



TUGAS AKHIR - TE 145561

RANCANG BANGUN ALAT UKUR VISKOSITAS DIGITAL PADA OLI MENGGUNAKAN SENSOR EFEK HALL

Ruth Nelly Hasugian
NRP. 10311500000054

Pembimbing
Slamet Budiprayitno, S.T., M.T.
M. Abdul Hady, S.T., M.T.
Sugeng Tri Widodo

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO OTOMASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - TE 145561

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR VISKOSITAS DIGITAL
PADA OLI MENGGUNAKAN SENSOR EFEK HALL**

Ruth Nelly Hasugian
NRP. 1031150000054

Pembimbing
Slamet Budiprayitno, S.T., M.T.
M. Abdul Hady, S.T., M.T.
Sugeng Tri Widodo

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO OTOMASI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL RPROJECT - TE 145561

***DESIGN AND DEVELOPMENT OF DIGITAL VISCOSITY
TOOLS IN OLI USING SENSOR EFFECT HALL***

Ruth Nelly Hasugian
NRP. 10311500000054

Supervisors
Slamet Budiprayitno, S.T., M.T.
M. Abdul Hady, S.T., M.T.
Sugeng Tri Widodo

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AUTOMATION ENGINEERING
Faculty of Vocations
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul :

“RANCANG BANGUN ALAT UKUR VISKOSITAS DIGITAL PADA OLI MENGUNAKAN SENSOR EFEK HALL”

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 26 Juli 2018



Ruth Nelly Hasugian
NRP. 10311500000054

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

RANCANG BANGUN ALAT UKUR VISKOSITAS DIGITAL PADA OLI MENGGUNAKAN SENSOR EFEK HALL



TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik
Pada
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember



Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1,

Dosen Pembimbing 2,

Pembimbing Lapangan,

Slamet Budiprayitno, S.T., M.T. NIP. 197811132010121002

di M. Abdul Hady, S.T., M.T. NIP. 198904132015041002

Sugeng Tri Widodo



-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----



RANCANG BANGUN ALAT UKUR VISKOSITAS DIGITAL PADA OLI MENGGUNAKAN SENSOR EFEK HALL

DI

PT AUTONICS INDONESIA



TUGAS AKHIR



Disusun oleh:



Ruth Nelly Hasugian

NRP.1031150000054



Menyetujui,

Pembimbing Perusahaan

ITS



Sugeng Tri Widodo



-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

RANCANG BANGUN ALAT UKUR VISKOSITAS DIGITAL PADA OLI MENGGUNAKAN SENSOR EFEK HALL

Ruth Nelly Hasugian
1031150000054

Pembimbing I : Slamet Budiprayitno, S.T., M.T.
Pembimbing II : M. Abdul Hady, S.T., M.T.
Pembimbing III : Sugeng Tri Widodo

ABSTRAK

Oli mesin pada sepeda motor berfungsi sebagai minyak pelumas, pendingin, pelindung dari karat, pembersih dan penutup celah pada dinding mesin. Pelumasan terhadap mesin digunakan untuk menghindari terjadinya gesekan langsung antara logam dalam mesin sehingga tingkat keausan logam dan tingkat kerusakan mesin dapat dikurangi. Untuk mendapatkan minyak pelumas yang sesuai dengan jenis mesin kendaraan yang digunakan ada beberapa hal yang harus diperhatikan. Salah satu dari hal tersebut adalah tingkat kekentalan dari minyak pelumas. Faktor kekentalan atau viskositas oli merupakan besaran yang harus disesuaikan dengan klasifikasi mesin. Tetapi masyarakat awam memilih oli hanya berdasarkan merk maupun harga yang ditawarkan oleh produsen. Pada penelitian ini akan diimplementasikan suatu sistem pengukuran sensor kekentalan oli dengan menggunakan metode silinder konsentris. Metode menggunakan dua buah silinder konsentris yang berbeda ukuran dengan ruang diantara kedua silinder tersebut diisi dengan cairan yang akan diuji. Silinder luar atau rotor diputar menggunakan motor DC dengan kecepatan konstan dan torsi yang dihasilkan dari silinder dalam atau stator diukur menggunakan sensor efek hall. Pengukuran viskositas dilakukan pada oli SAE 20W-40 dan oli SAE 10W-30 dengan memberikan kecepatan putar motor konstan dan temperatur pada cairan yaitu 27°C. Hasil eksperimen pada temperatur cairan 27°C dan kecepatan putar awal motor 68 Hz menunjukkan nilai viskositas SAE 20W-40) yaitu 162,1 centiPoise dan viskositas oli SAE 10W-30 yaitu 123,8 centiPoise. Hasil eksperimen menunjukkan yaitu semakin kental oli maka kecepatan putar motor DC semakin kecil.

Kata Kunci : Viskositas, Silinder konsentris, Efek Hall

-----Halaman ini sengaja dikosongkan---

DESIGN AND DEVELOPMENT OF DIGITAL VISCOSITY TOOLS IN OLI USING EFFECT HALL

Ruth Nelly Hasugian
10311500000054

Supervisor I : Slamet Budiprayitno, S.T., M.T.
Supervisor II : M. Abdul Hady, S.T., M.T.
Supervisor III : Sugeng Tri Widodo

ABSTRACT

Engine oil on motorcycle serves as lubricating oil, coolant, rust protection, cleaning and slit cover on the machine wall. Engine lubrication is used to avoid direct friction between metal in the machine so that metal wear rate and engine damage rate can be reduced. To get the lubricating oil in accordance with the type of vehicle engine used there are some things that must be considered. One of them is the viscosity level of lubricating oil. The viscosity factor of oil is the amount to be adjusted to the machine classification. But the common people choose oil only based on the brand or price offered by the manufacturer. In this final project will be implemented a measurement system of oil viscosity sensor using concentric cylinder method. The method uses two concentric cylinders of different sizes with the space between the two cylinders filled with the liquid to be tested. The outer cylinder or rotor is rotated using a DC motor with a constant velocity and the torque generated from the inner cylinder or stator is measured using a hall effect sensor. The viscosity measurements were carried out on SAE 20W-40 oil and SAE 10W-30 oil by providing constant motor rotation speed and temperature at 27°C. Experimental results at 27°C fluid temperature and 68 Hz motor rotation speeds show the SAE 20W-40 viscosity value of 162.1 centiPoise and SAE 10W-30 oil viscosity of 123.8 centiPoise. Experimental results show that the more viscous the oil the DC motor rotation speed is getting smaller

Keywords: *Viscosity, Concentric Cylinder, Hall Effect*

----Halaman ini sengaja dikosongkan----

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena selalu memberikan kasih dan rahmat Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Diploma 3 pada Bidang Studi Komputer Kontrol, Pogram Studi Teknik Elektro Otomasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul:

RANCANG BANGUN ALAT UKUR VISKOSITAS DIGITAL PADA OLI MENGGUNAKAN SENSOR EFEK HALL

Dalam Tugas Akhir ini dirancang sebuah alat untuk mengukur kekentalan pada oli dengan tingkat kekentalan tertentu. Alat ini sudah berkerja secara digital dan otomatis.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu dan Bapak penulis yang memberikan berbagai bentuk doa serta dukungan tulus tiada henti, Bapak Slamet Budiprayitno, ST., MT. dan Bapak M. Abdul Hady, ST., MT.. atas segala bimbingan ilmu, moral, dan spiritual dari awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini, Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dan memohon maaf atas segala kekurangan pada Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan keilmuan di kemudian hari.

Surabaya, 11 Juli 2018

Ruth Nelly Hasugian
NRP 1031150000054

----Halaman ini sengaja dikosongkan----

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| HALAMAN JUDUL | iiii |
| HALAMAN JUDUL | v |
| PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR..... | vii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | ix |
| HALAMAN PENGESAHAN PERUSAHAAN..... | xi |
| ABSTRAK..... | xiii |
| ABSTRACT..... | xv |
| KATA PENGANTAR | xvii |
| DAFTAR ISI | xix |
| DAFTAR GAMBAR | xxi |
| DAFTAR TABEL | xxiii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan..... | 2 |
| 1.5 Metodologi | 2 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 4 |
| BAB II PENUNJANG VISKOSITAS DIGITAL, OLI DAN SENSOR EFEK HALL | 7 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 7 |
| 2.2 Pelumas | 8 |
| 2.2.1 Jenis - Jenis Pelumas..... | 9 |
| 2.3 Viskositas | 11 |
| 2.3.1 Viskometer Rotasi..... | 14 |
| 2.4 Motor DC | 16 |
| 2.5 Driver Motor L298N | 17 |
| 2.6 Arduino..... | 18 |
| 2.6.1 Arduino Uno..... | 18 |
| 2.7 Sensor Efek Hall..... | 19 |
| 2.8 Sensor Arus ACS712..... | 21 |
| 2.9 LCD..... | 23 |
| 2.9.1 LCD 16X2..... | 23 |
| 2.9.2 I2C LCD..... | 23 |
| BAB III PERANCANGAN MEKANIK DAN SISTEM ALAT | 25 |
| 3.1 Diagram Blok Cara Kerja Alat | 25 |
| 3.2 Perancangan Mekanik..... | 26 |

| | | |
|---------------|---|-----------|
| 3.2.1 | Alat dan Bahan yang Digunakan | 26 |
| 3.2.2 | Desain Mekanik | 27 |
| 3.3 | Perancangan Elektrik..... | 28 |
| 3.3.1 | Rangkaian Catu Daya..... | 28 |
| 3.3.2 | Rangkaian Arduino..... | 29 |
| 3.3.3 | Rangkaian Sensor Arus ACS712..... | 30 |
| 3.3.4 | Rangkaian Driver Motor L298N..... | 30 |
| 3.4 | Konfigurasi Sistem | 31 |
| 3.5 | Prosedur Penelitian | 33 |
| 3.6 | Analisis Data | 35 |
| 3.7 | Diagram Alir..... | 36 |
| BAB IV | PENGUJIAN DAN ANALISIS | 39 |
| 4.1 | Hasil Rancangan..... | 39 |
| 4.2 | Pengujian Alat | 41 |
| 4.2.1 | Kondisi tanpa Beban..... | 42 |
| 4.2.2 | Pengujian Federal Matic 30 Eco MAXX | 44 |
| 4.2.3 | Pengujian Evalube Runner..... | 46 |
| 4.3 | Pembahasan | 48 |
| BAB V | KESIMPULAN DAN SARAN | 53 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 55 |
| | LAMPIRAN | 57 |
| | RIWAYAT HIDUP PENULIS | 67 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Aliran Viskos..... | 12 |
| Gambar 2.2 | Viskometer Silinder Sesumbu..... | 14 |
| Gambar 2.3 | Motor DC..... | 16 |
| Gambar 2.4 | <i>Driver</i> motor L298N..... | 17 |
| Gambar 2.5 | Arduino Uno..... | 19 |
| Gambar 2.6 | Sensor Efek Hall..... | 20 |
| Gambar 2.7 | Model percobaan efek hall..... | 20 |
| Gambar 2.8 | Sensor Arus ACS712..... | 22 |
| Gambar 2.9 | <i>Pin Out</i> Diagram..... | 22 |
| Gambar 2.10 | Diagram Blok ACS712..... | 22 |
| Gambar 2.11 | Grafik LCD..... | 23 |
| Gambar 3.1 | Blok Fungsional Sistem..... | 25 |
| Gambar 3.2 | Desain Mekanik..... | 27 |
| Gambar 3.3 | Rangkaian Catu Daya..... | 29 |
| Gambar 3.4 | Rangkaian Arduino..... | 29 |
| Gambar 3.5 | Rangkaian Sensor Arus ACS712..... | 30 |
| Gambar 3.6 | Rangkaian <i>Driver</i> Motor..... | 31 |
| Gambar 3.7 | Konfigurasi Pin Arduino..... | 31 |
| Gambar 3.8 | Konfigurasi Pin ACS712..... | 32 |
| Gambar 3.9 | Konfigurasi Pin <i>Driver</i> Motor..... | 32 |
| Gambar 3.10 | Konfigurasi Pin Motor..... | 33 |
| Gambar 3.11 | Konfigurasi Pin Efek Hall..... | 33 |
| Gambar 3.12 | Konfigurasi Pin LCD..... | 33 |
| Gambar 3.13 | Konfigurasi Pin <i>Push Button</i> 1..... | 33 |
| Gambar 3.14 | Konfigurasi Pin <i>Push Button</i> 2..... | 33 |
| Gambar 3.15 | Sistem Mekanis Viskometer Rotasi..... | 34 |
| Gambar 3.16 | Diagram Alir Metode Penelitian..... | 36 |
| Gambar 4.1 | Bagian Kontrol..... | 39 |
| Gambar 4.2 | Bagian Sensor..... | 40 |
| Gambar 4.3 | Rangkaian Dalam Alat..... | 41 |
| Gambar 4.4 | Grafik viskositas saat alat tanpa beban..... | 43 |
| Gambar 4.5 | Grafik frekuensi saat alat tanpa beban..... | 43 |
| Gambar 4.6 | Grafik arus saat alat tanpa beban..... | 44 |
| Gambar 4.7 | Grafik viskositas terhadap waktu dalam pengujian federal matic 30 eco maxx..... | 45 |
| Gambar 4.8 | Grafik frekuensi terhadap waktu dalam pengujian federal matic 30 eco maxx..... | 45 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 4.9 | Grafik arus dalam pengujian federal matic 30 eco maxx SAE 10W-30 | 46 |
| Gambar 4.10 | Grafik viskositas dalam pengujian pengujian Evalube Runner SAE 20W-40 | 47 |
| Gambar 4.11 | Grafik frekuensi terhadap waktu dalam pengujian pengujian Evalube Runner SAE 20W-40..... | 47 |
| Gambar 4.12 | Grafik arus terhadap waktu dalam pengujian pengujian Evalube Runner SAE 20W-40 | 48 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 2.1 | Indeks kekentalan oli mesin..... | 10 |
| Tabel 2.2 | Spesifikasi Arduino Uno..... | 19 |
| Tabel 2.3 | Terminal list sensor arus ACS712 | 21 |
| Tabel 4.1 | Tabel pengujian tanpa sampel..... | 42 |
| Tabel 4.2 | Hasil Pengujian Federal Matic 30 Eco MAXX..... | 44 |
| Tabel 4.3 | Hasil Pengujian Evalube Runner SAE 20W-40..... | 46 |

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu sifat yang berhubungan dengan zat cair adalah kental (*viscous*), dimana setiap zat cair memiliki koefisien kekentalan (viskositas) yang berbeda-beda. Dalam dunia otomotif, pengetahuan tentang nilai viskositas dari berbagai jenis pelumas sangat dibutuhkan. Hal tersebut dikarenakan tiap-tiap mesin membutuhkan pelumas dengan tingkat kekentalan yang berbeda-beda [1]. Pengetahuan tersebut sangat dibutuhkan karena tingkat kekentalan oli dapat mempengaruhi usia pakai (*life time*) suatu mesin. Makin besar viskositas suatu fluida maka benda yang ada di dalamnya makin susah bergerak. Di dalam zat cair, viskositas dihasilkan oleh gaya kohesi antara molekul dengan satuan internasional yang digunakan adalah Ns/m^2 atau Pascal sekon (Pa s) [2].

Permasalahan yang sering muncul pada masyarakat awam adalah penggunaan oli mesin yang tidak memperhatikan tingkat kekentalannya. Secara umum, masyarakat hanya melihat oli berdasarkan *merk* dan harga yang ditawarkan. Padahal tiap mesin kendaraan memerlukan tingkat kekentalan oli yang berbeda-beda untuk mengoptimalkan kemampuan pelumasan mesin.

Dengan adanya permasalahan tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan penelitian mengenai implementasi dari sensor yang digunakan untuk mengukur kekentalan oli mesin sepeda motor. Dengan metode yang digunakan sebagai acuan yaitu silinder konsentris. Viskometer dengan menggunakan metode ini pun memiliki banyak variasi yang dapat diklasifikasikan berdasarkan konfigurasi desainnya. Pada penelitian ini, dibuat viskometer metode rotasi dengan desain '*cup and bob*' atau "rotor dan stator". Metode tersebut diambil berdasarkan ide bahwa dibutuhkan gaya untuk menggerakkan atau memutar suatu benda di dalam fluida. Langkah tersebut dilakukan guna mengindikasikan nilai viskositas dari fluida melalui gaya gesek yang dihasilkan.

Pada viskometer yang dirancang ini terdapat dua buah silinder konsentris berbeda ukuran, dimana terdapat ruangan diantara kedua silinder tersebut yang merupakan tempat fluida yang diuji. Salah satu silinder tersebut diputar dengan menggunakan motor DC dan silinder lainnya dibiarkan diam, ketika silinder dengan motor DC berputar

didalam fluida maka, silinder lain yang dibiarkan diam akan ikut berputar mengikuti gaya gesek yang dihasilkan oleh silinder dengan motor DC tersebut. Torsi yang dihasilkan dari gaya gesek silinder diukur menggunakan sensor gaya dan nilai hasilnya sebanding dengan nilai viskositas dari fluida [3]. Sensor kekentalan akan dibuat dari sensor efek hall yang bekerja seperti gaya lorentz. Sensor ini bekerja karena adanya muatan listrik yang bergerak dalam sebuah medan magnet.

1.2 Rumusan Masalah

Masyarakat pada umumnya tidak memperhatikan tingkat kekentalan pelumas yang digunakan, sehingga menyebabkan motor (kendaraan) cepat mengalami kerusakan. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah alat yang mampu mengukur tingkat kekentalan pelumas kendaraan bermotor dan kelayakan pelumas tersebut untuk digunakan berdasarkan perubahan kecepatan motor DC dan besarnya arus yang mengalir pada motor DC

1.3 Batasan Masalah

Dalam pembuatan alat pada Tugas Akhir ini batasan masalah ada pada sensor yang digunakan, yaitu effect hall. Selain itu, jenis oli yang digunakan dalam pengujian bertipe SAE 20 dan 30. Komponen yang digunakan diantaranya motor DC tipe MY1025, ACS712 untuk mengukur arus, *driver* motor L298N, dan baterai kering 9V. Mikrokontroler yang digunakan untuk konfigurasi semua komponen yaitu Arduino Uno.

1.4 Tujuan

Menampilkan nilai viskositas dari suatu oli, membandingkan tingkat kekentalan oli dari tiap SAE dan mengetahui kelayakan pemakaian oli tersebut pada LCD.

1.5 Metodologi

Penelitian untuk pembuatan alat ukur viskositas pada oli digital dengan menggunakan sensor effect hall dilakukan secara bertahap. Dimulai dengan tahap persiapan, identifikasi dan pemodelan, perancangan, pembuatan alat, pengujian dan analisis, hingga tahap penyusunan laporan.

Persiapan yang dilakukan dalam penelitian ini diantaranya melakukan studi literatur mengenai materi-materi pendukung, diantaranya:

a) Viskositas, merupakan tolok ukur kekentalan suatu fluida yang menunjukkan besar kecilnya gesekan internal fluida. Viskositas fluida berhubungan dengan gaya gesek antar molekul.

b) Lapisan fluida ketika satu lapisan bergerak melewati lapisan yang lain. Metode pengukuran viskositas, untuk menentukan kekentalan suatu zat cair dapat digunakan dengan cara Ostwalt / Kapiler (mengukur waktu yang dibutuhkan bagi cairan tersebut untuk lewat antara 2 tanda ketika mengalir karena gravitasi) dan Hopper (kecepatan bola maksimum, terjadi keseimbangan sehingga gaya gesek = gaya berat – gaya archimides).

c) Karakteristik sensor *effect* hall yang digunakan untuk mengukur kecepatan putar motor DC. Sensor Efek Hall ini adalah densitas medan magnet disekitar sensor tersebut apabila densitas medan magnet melebihi batas ambang yang ditentukan maka sensor akan mendeteksi dan menghasilkan tegangan keluaran (*output*) yang disebut dengan Tegangan Hall (VH).

d) Karakteristik sensor arus ACS712, yang merupakan sensor untuk mendeteksi arus. Penggunaan sensor arus ACS712 ini Kebanyakan memiliki kekurangan yakni nilai arus yang di dapatkan dari sensor tidak linear sehingga terkadang kita membutuhkan tingkat linear yang lebih tinggi.

e) Metode Viskometer Rotasi, yaitu sebuah metode silindris konsentris berputar dengan menggunakan metode ini pun memiliki banyak variasi yang dapat diklasifikasikan berdasarkan konfigurasi desain dari viskometer tersebut.

Tahap selanjutnya yang dilakukan setelah persiapan yaitu identifikasi dan pemodelan sistem. Pada tahap ini dilakukan identifikasi dari sistem alat sesuai data yang telah didapatkan dari studi literatur serta dilakukan pemodelan dari alat yang dikerjakan.

Setelah pemodelan selesai dilakukan, maka perancangan dari sistem sesuai data yang telah didapatkan dari studi literatur dapat dirancang. Dimulai dari perancangan hardware dengan mencari persamaan viskositas menggunakan silinder konsentris. Setelah semua selesai dilakukan perancangan software pemrograman menggunakan arduino dan pengambilan data tingkat kekentalan dari tiap oli yang diuji.

Pada tahap pembuatan alat, hasil dari perancangan kemudian diimplementasikan berdasarkan data yang telah dikumpulkan melalui studi literatur. Setelah pembuatan alat terselesaikan, tahap pengujian dan analisis dapat dilakukan. Pada tahap ini dilakukan pengujian alat, menganalisis kesalahan atau kegagalan pada alat dan mengatasi permasalahan tersebut. Pada tahap ini juga dilakukan analisis faktor penyebab alat tidak bekerja sesuai dengan keinginan atau adanya *error*. Tahapan ini diawali dengan pengujian perubahan kecepatan pada motor DC, yang kemudian dilanjutkan dengan pengujian nilai *error* komponen kekentalan berdasarkan data ADC dari arduino. Pengujian program kontrol alat ukur kekentalan dan analisis nilai hasil uji kekentalan dari alat tiap SAE yang digunakan.

Setelah alat berhasil dibuat dan bekerja dengan baik maka pengambilan data dan analisis dapat terpenuhi serta penyusunan laporan dapat dilakukan. Hasil dari penyusunan laporan ini diharapkan dapat bermanfaat bagi semua orang dan dapat dijadikan pedoman dalam melanjutkan dan mengembangkan sistem pengukur kekentalan suatu fluida.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk pembahasan lebih lanjut, laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan, sistematika laporan, metodologi, serta relevansi tugas akhir yang dibuat.

BAB II PENUNJANG VISKOSITAS DIGITAL, OLI DAN SENSOR EFEK HALL

Menjelaskan teori yang berisi teori-teori dasar yang dijadikan landasan dan mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat yang dibuat.

BAB III PERANCANGAN MEKANIK DAN SISTEM ALAT

Bab ketiga dari laporan ini membahas mengenai perencanaan dan pembuatan dari sistem. Dimulai dari perancangan *hardware* yang meliputi desain mekanik hingga perancangan

software yang meliputi program yang akan digunakan untuk menjalankan alat tersebut.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pembahasan selanjutnya pada laporna ini yaitu pengujian alat dan menganalisa data yang didapat dari pengujian tersebut serta membahas tentang pengukuran, pengujian, dan penganalisaan terhadap alat.

BAB V PENUTUP

Berisi penutup yang menjelaskan tentang kesimpulan yang didapat dari tugas akhir ini dan saran-saran untuk pengembangan alat ini lebih lanjut.

---- Halaman ini sengaja dikosongkan ----

BAB II

PENUNJANG VISKOSITAS DIGITAL, OLI DAN SENSOR EFEK HALL

Beberapa teori penunjang yang dipaparkan dalam buku Tugas Akhir ini adalah teori dasar mengenai kekentalan (viskositas) dan metode yang digunakan dalam mencari kekentalan pada oli. Hal yang dipaparkan antara lain kecepatan putar motor DC dan pengolahan kecepatan motor DC menggunakan metode silinder konsentris, *effect hall*, dan *driver* motor.

2.1 Tinjauan Pustaka

Ketika sebuah perangkat teknis dipasarkan dengan sukses puluhan tahun lamanya, berkembangnya pengetahuan dan pengalaman dari penggunaan perangkat tersebut untuk manfaat yang lebih besar tidak akan dapat terhindari lagi. Banyak prosedur telah dikembangkan dan standar-standar operasional disetujui dari dulu hingga sekarang. Perkembangan teknologi menjadi suatu hal yang mutlak terlebih dibidang perindustrian. Banyak bagian-bagian kecil yang turut berperan penting dalam rangka mengembangkan sebuah industri kecil menjadi sebuah industri yang lebih besar. Sistem yang digunakan lebih baik dari sebelumnya. Salah satu dari bagian kecil tersebut adalah nilai viskositas dari suatu produk.

Viskometer merupakan alat yang digunakan untuk menentukan nilai viskositas fluida. Viskositas disebut juga dengan tingkat kekentalan suatu zat cair. Viskositas berasal dari perkataan *visceous* [3]. Viskositas merupakan ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan uji. Kekentalan tak lain adalah sifat cairan yang sangat erat kaitannya dengan hambatan dari suatu cairan uji dalam mengalir [4]. Penggunaan viskometer pada industri dimanfaatkan pada penelitian untuk memperoleh liquid terbaik dan menemukan proses produksi terbaiknya.

Ada beberapa metode dalam menentukan viskositas, salah satu diantaranya adalah dengan metode bola jatuh. Prinsipnya adalah mengukur kecepatan bola pejal dalam cairan dan terlebih dahulu menentukan parameter - parameter yang berhubungan dengan persamaan viskositas [5].

Penelitian ini sejalan dengan Marmi (2009) yang memiliki beberapa kelemahan, diantaranya menggunakan sensor LDR yang terbatas pada cairan uji berwarna terang. Sensor LDR merupakan sensor cahaya, oleh sebab itu untuk menguji cairan yang berwarna gelap, sensor ini tidak bisa melakukan pengukuran [10]

Pada penelitian akan mengembangkan penelitian sebelumnya menggunakan sensor medan magnet Efek Hall UGN3144. Efek Hall berfungsi untuk mengetahui kecepatan motor DC dengan cara mendeteksi banyaknya putaran magnet yang terjadi dan arduino akan mengolah data yang masuk sehingga akan diketahui tingkat kekentalan dari oli yang sedang diuji.

2.2 Pelumas

Pada permesinan tidak lepas adanya kontak mekanik antara elemen satu dengan elemen lainnya. Kontak mekanik tersebut mengakibatkan terjadinya keausan (*wear*). Keausan dapat memberi manfaat namun dapat juga memberi kerugian. Contoh keausan yang menguntungkan misalnya proses *grinding* (penggerinda), *cutting* (memotong), pembubutan dan lain lain. Sedangkan keausan yang menyebabkan kerugian adalah kontak mekanik pada elemen mesin yang digunakan untuk mentransmisikan daya. Minyak pelumas atau yang lebih dikenal dengan nama oli dapat didefinisikan sebagai suatu zat yang berada diantara dua permukaan yang bergerak secara relatif agar dapat mengurangi gesekan antar permukaan tersebut. Prinsip dasar dari pelumasan itu sendiri adalah mencegah terjadinya *solid friction* (gesekan padat). Bahan pelumas berasal dari minyak bumi yang merupakan campuran beberapa organik terutama hidrokarbon). Pelumas tidak hanya dibedakan dari bahan bakar yang digunakan tetapi juga didasarkan pada fungsi yang diharapkan dari pelumas.

Perbedaan yang besar antara oli mesin dan pelumas lainnya adalah oli mesin akan menjadi kotor dengan adanya karbon, asam dan zat kotoran lainnya dari pembakaran. Sebagai contoh, *sulfuric acid* dan *hydrochloric acid* dibentuk dari hasil pembakaran bahan bakar yang dinetralisir. Bahan bakar yang tidak terbakar, kotoran dan karbon juga harus dilarutkan atau dibawa oleh oli mesin sehingga tidak menumpuk dalam mesin itu sendiri. Fungsi oli mesin dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Sebagai pelumasan

Oli mesin melumasi metal yang bersinggungan dalam mesin dengan cara membentuk lapisan film oli. Lapisan oli (*oil film*) tersebut berfungsi mencegah kontak langsung antara permukaan metal dan membatasi keausan dan kehilangan tenaga yang minim.

- Bersifat pendingin
Pembakaran menimbulkan panas dan komponen mesin akan menjadi panas. Hal ini akan menyebabkan keausan yang cepat, bila tidak diturunkan temperturnya. Untuk melakukan oli mesin harus disirkulasi di sekeliling komponen-komponen agar dapat menyerap panas dan mengeluarkannya dari mesin. Sehingga mesin jangka waktu pemakaian mesin lebih lama.
- Sebagai perapat
Oli mesin membentuk semacam lapisan antara torak dan silinder. Ini berfungsi sebagai perapat (*seal*) yang dapat mencegah hilangnya tenaga mesin. Sebaliknya apabila ada kebocoran maka gas campuran yang dikompresikan atau gas pembakaran akan menekan di sekeliling torak dan masuk ke dalam bak engkol dan ini berarti akan kehilangan tenaga.
- Sebagai pembersih
Kotoran akan mengendap dalam komponen-komponen mesin. Ini menambah pergesaran dan menyumbat saluran oli. Oli mesin akan membersihkan kotoran yang menempel tersebut untuk mencegah tertimbun di dalam mesin.
- Sebagai penyerap tegangan
Oli mesin menyerap dan menekan tekanan lokal yang bereaksi pada komponen tersebut yang dilumasi, serta melindungi agar komponen tersebut tidak menjadi tajam saat terjadinya gesekan-gesekan pada bagian-bagian yang saling bersinggungan.

2.2.1 Jenis – Jenis Pelumas

Oli mesin dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat kualitas dan kekentalannya yaitu :

a. Klasifikasi kekentalan

Kekentalan menunjukkan ketebalan atau kemampuan untuk menahan aliran suatu cairan (umumnya disebut dengan *weight viscosity* dalam penjelasan tentang oli). Oli cenderung menjadi encer dan mudah mengalir ketika panas dan cenderung kental dan tidak mudah mengalir dalam keadaan dingin. Tetapi masing-masing kecenderungan tersebut tidak sama untuk semua oli. Ada tingkatan permulaan besar (kental) dan

ada yang dibuat encer (tingkat kekentalan rendah). Kekentalan atau berat oli dinyatakan oleh angka yang disebut indeks kekentalan (menunjukkan kekentalan). Semakin rendah indeksnya, oli semakin encer, begitu pula sebaliknya. Suatu badan internasional SAE (*Society of Automotive Engineers*) mempunyai standar kekentalan dengan awalan SAE di depan indeks kekentalan. Umumnya menentukan temperatur yang sesuai dimana oli tersebut digunakan. Tapi memilih oli harus hati-hati, tidak hanya yang sesuai dengan temperatur setempat tapi juga kondisi kerja mesin. Hubungan antara temperatur sekeliling dan indeks kekentalan dari oli mesin diperlihatkan dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 Indeks kekentalan oli mesin

| <u>Viskositas</u> SAE Grade | Viskositas (cP) @ -18°C (ASTM D- 2606) | Viskositas (cP) @ 100°C (ASTM D-445) | |
|-----------------------------------|--|---|-----------------|
| | <u>Maksimum</u> | Minimum | <u>Maksimum</u> |
| 5W | 1250 | 3,8 | - |
| 10W | 2500 | 4,1 | - |
| 20W | 10000 | 5,6 | - |
| 20 | - | 5,6 | 9,3 |
| 30 | - | 9,3 | 12,5 |
| 40 | - | 12,5 | 16,3 |
| 50 | - | 16,3 | 21,9 |

b. **Klasifikasi Kualitas**

Kualitas oli mesin diklasifikasikan sesuai dengan standar API (*American Petroleum Institute*) dan di test dengan cara API. Klasifikasi API biasanya tercantum pada masing-masing kemasan oli mesin untuk menambahkan tingkatan SAE sehingga pemilihan akan lebih mudah bila dilihat dari perbandingan kondisi pengoperasian kendaraan. Simbol terakhir SL mulai diperkenalkan 1 Juli 2001. Walau begitu, simbol makin baru tetap bisa dipakai untuk katagori sebelumnya. Seperti API SJ baik untuk SH, SG, SF dan seterusnya. Sebaliknya jika mesin kendaraan menuntut SJ maka tidak bisa menggunakan tipe SH karena mesin tidak akan mendapatkan proteksi maksimal sebab oli SH didesain untuk mesin yang lebih lama. Ada dua tipe API, S (*Service*) atau bisa juga (S) diartikan *Spark-Plug Ignition* (pakai busi) untuk mobil MPV atau pikap bermesin bensin. C (*Commercial*) diaplikasikan pada truk *Heavy Duty* dan mesin diesel. Contohnya kategori C adalah CF, CF-2, CG-4. Bila menggunakan mesin diesel pastikan memakai kategori yang

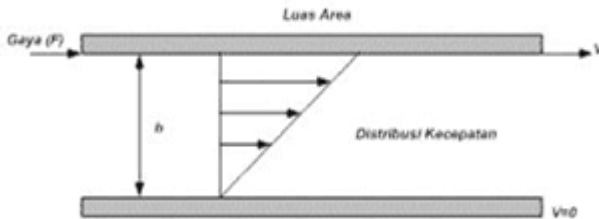
tepat karena oli mesin diesel berbeda dengan oli mesin bensin karena karakter diesel yang banyak menghasilkan kontaminasi jelaga sisa pembakaran lebih tinggi. Oli jenis ini memerlukan tambahan aditif *dispersant* dan *detergent* untuk menjaga oli tetap bersih. Sebagai tambahan, bila oli yang digunakan sudah tipe sintetik maka tidak perlu lagi diberikan bahan aditif lain karena justru akan mengurangi kinerja mesin bahkan merusaknya.

2.3 Viskositas

Tahanan aliran fluida yang merupakan gesekan antara molekul – molekul cairan satu dengan yang lain biasa disebut dengan viskositas. Ketika zat cair mengalir, aliran tersebut memiliki resistansi didalamnya untuk mengalir. Viskositas juga dapat disebut dengan gaya gesek dan merupakan ukuran dari karakteristik gesek zat cair tersebut. Suatu jenis cairan yang mudah mengalir, dapat dikatakan memiliki viskositas yang rendah, dan sebaliknya bahan yang sulit mengalir dikatakan memiliki viskositas yang tinggi. Pada hukum aliran viskos sesuai dengan yang ada pada Gambar 2.1, Newton menyatakan hubungan antara gaya – gaya mekanika dari suatu aliran viskos sebagai : “Geseran dalam (viskositas) fluida adalah konstan sehubungan dengan gesekannya”. Hubungan tersebut berlaku untuk fluida Newtonian, dimana perbandingan antara tegangan geser (σ) dengan kecepatan geser (γ) nya konstan. Parameter inilah yang disebut dengan viskositas. Aliran viskos dapat digambarkan dengan dua buah bidang sejajar yang dilapisi fluida tipis diantara kedua bidang tersebut.

Suatu bidang permukaan bawah yang tetap dibatasi oleh lapisan fluida setebal h , sejajar dengan suatu bidang permukaan atas yang bergerak seluas A . Jika bidang bagian atas itu ringan, yang berarti tidak memberikan beban pada lapisan fluida dibawahnya, maka tidak ada gaya tekan yang bekerja pada lapisan fluida. Suatu gaya F dikenakan pada bidang bagian atas yang menyebabkan bergerakaknya bidang atas dengan kecepatan konstan v , maka fluida dibawahnya akan membentuk suatu lapisan – lapisan yang saling bergeseran. Setiap lapisan tersebut akan memberikan tegangan geser (σ) yaitu sebesar:

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$



Gambar 2.1 Aliran Viskos

Sumber : <https://vanbigbro.wordpress.com>

Dengan kecepatan lapisan fluida yang paling atas sebesar v dan kecepatan lapisan fluida paling bawah sama dengan nol. Maka kecepatan geser (γ) pada lapisan fluida di suatu tempat pada jarak y dari bidang tetap, dengan tidak adanya tekanan fluida menjadi:

$$\gamma = \frac{dv}{dy} \dots\dots\dots(2.2)$$

Pada fluida variabel perbandingan antara besaran kecepatan geser dan tegangan geser adalah konstan, sehingga dari kedua variabel kecepatan geser (γ) dan tegangan geser (σ) akan diperoleh persamaan viskositas absolut (η) sebesar :

$$\eta = \frac{\sigma}{\gamma} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana parameter (η) ini didefinisikan sebagai viskositas absolut (dinamis) dari suatu fluida. Dengan menggunakan satuan internasional : N, m², m, m/s untuk gaya, luas area panjang dan kecepatan, maka besaran viskositas dapat dinyatakan dengan :

$$\eta = \frac{\sigma}{\gamma} = \frac{N/m^2}{m/ms} = Pa.s \dots\dots\dots(2.4)$$

Satuan Pa.s dirasakan terlalu besar dalam prakteknya, maka digunakan satuan mPa.s, yang lebih dikenal sebagai cP atau centipoises (catatan: 1 Pa.s = 1000mPa.s = 1000cP, 1P=100cP).

Kekentalan merupakan salah satu unsur kandungan oli paling rawan karena berkaitan dengan ketebalan oli atau seberapa besar resistensinya untuk mengalir. Kekentalan oli langsung berkaitan dengan sejauh mana oli berfungsi sebagai pelumas sekaligus pelindung benturan antar permukaan logam.

Oli harus mengalir ketika suhu mesin atau temperatur ambient. Mengalir secara cukup agar terjamin pasokannya ke komponen-komponen yang bergerak. Semakin kental oli, maka lapisan yang ditimbulkan menjadi lebih kental. Lapisan halus pada oli kental memberi kemampuan ekstra menyapu atau membersihkan permukaan logam yang terlumasi. Sebaliknya oli yang terlalu tebal akan memberi resistensi berlebih mengalirkan oli pada temperatur rendah sehingga mengganggu jalannya pelumasan ke komponen yang dibutuhkan. Untuk itu, oli harus memiliki kekentalan lebih tepat pada temperatur tertinggi atau temperatur terendah ketika mesin dioperasikan.

Dengan demikian, oli memiliki grade (derajat) tersendiri yang diatur oleh *Society of Automotive Engineers* (SAE). Bila pada kemasan oli tersebut tertera angka SAE 5W-30 berarti 5W (Winter) menunjukkan pada suhu dingin (kekentalan oli pada suhu -200 C) oli bekerja pada SAE 5 dan pada suhu terpanas (kekentalan oli pada suhu 1000 C) akan bekerja pada SAE 30.

Tetapi yang terbaik adalah mengikuti viskositas sesuai permintaan mesin. Umumnya, mobil sekarang punya kekentalan lebih rendah dari 5W-30. Karena mesin belakangan lebih *sophisticated* sehingga kerapatan antar komponen makin tipis dan juga banyak celah-celah kecil yang hanya bisa dilalui oleh oli encer. Tak baik menggunakan oli kental (20W-50) pada mesin seperti ini karena akan mengganggu debit aliran oli pada mesin dan butuh semprotan lebih tinggi.

Untuk mesin lebih tua, clearance bearing lebih besar sehingga mengizinkan pemakaian oli kental untuk menjaga tekanan oli normal dan menyediakan lapisan film cukup untuk bearing.

Ada beberapa cara pengukuran kekentalan oli, diantaranya:

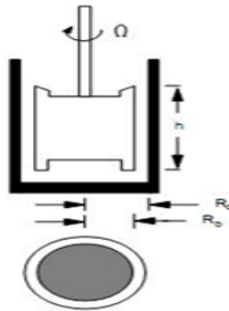
- Momen atau putaran yang diperlukan untuk memutar silinder atau piringan yang berada dalam *liquid* pada kecepatan tertentu. Alat ini biasanya disebut viskometer rotasi.
- Waktu yang diperlukan *liquid* untuk mengalir dalam jumlah tertentu disebabkan dorongan gravitasi dalam melewati suatu pipa kapiler.
- Waktu yang diperlukan sebuah bola yang dijatuhkan pada cairan atau *liquid*. Metode ini biasanya disebut dengan viskometer bola jatuh.

Pengukuran viskositas menjadi salah satu parameter penting yang signifikan dalam bidang industri dan akademisi. Pengetahuan yang akurat akan viskositas sangat dibutuhkan untuk proses industri yang

bervariasi. Berbagai macam teori yang telah dikembangkan untuk memprediksi atau mengestimasi nilai viskositas harus diverifikasi terlebih dahulu menggunakan data eksperimen. Berbagai macam metode dapat digunakan untuk mengukur viskositas dari fluida diantaranya adalah metode pipa kapiler, orifice, temperatur dan rasio geser tinggi, rotasi, bola jatuh, getar dan *ultrasonic*.

2.3.1 Viskometer Rotasi

Viskometer merupakan peralatan yang digunakan untuk mengukur viskositas suatu fluida. Model viskometer yang umum digunakan berupa viscometer peluru jatuh, tabung (pipa kapiler) dan sistem rotasi. Viskometer rotasi silinder sesumbu (*concentric cylinder*) dibuat berdasarkan 2 standard, *system* Searle dimana silinder bagian dalam berputar dengan silinder bagian luar diam dan *system* Couette dimana bagian luar silinder yang diputar sedangkan bagian dalam silinder diam. Fluida yang akan diukur ditempatkan pada celah diantara kedua silinder. Persamaan matematis untuk menghitung viskositas diturunkan dari hukum newton tentang aliran viskos.



Gambar 2.2 Viskometer Silinder Sesumbu
 Sumber : <http://teknikmesinzone.blogspot.com>

Silinder dalam dengan jari – jari r_D dan tinggi h berputar dengan kecepatan sudut konstan (ω) pada silinder luar dengan jari – jari r_L ($r_L > r_D$). Gaya (F) yang bekerja terhadap fluida pada jarak r diantara kedua silinder ($r_D < r < r_L$) menghasilkan tegangan geser (σ) pada fluida yang dinyatakan dengan persamaan:

$$\sigma = \frac{T}{2\pi hr^2} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan :

σ = Tegangan geser (N/m²)

T = Torsi (N.m)

h = Tinggi (m)

T merupakan torsi yang bekerja pada fluida yang merupakan hasil kali antara gaya (F) yang diberikan oleh putaran silinder dalam dengan jarak fluida dari pusat silinder (r). Sedangkan untuk kecepatan geser dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\gamma = \frac{du}{dy} = -\frac{dv}{dy} = -\gamma \frac{d\omega}{dr} = -\frac{2\pi r f}{dr} = -2\pi f \quad \dots(2.6)$$

Sehingga dari penurunan persamaan (6), didapatkan persamaan untuk kecepatan geser adalah :

$$\gamma = -2\pi f \quad \dots(2.7)$$

Hubungan antara kecepatan geser dengan tegangan geser menghasilkan persamaan viskositas untuk fluida Newtonian sebagai berikut:

$$\eta = \frac{\sigma}{\gamma} \quad \dots(2.8)$$

Jika dimasukkan unsur variabel dari persamaan tegangan geser (σ) dan kecepatan geser (γ), maka diperoleh persamaan viskositas menjadi :

$$\eta = \frac{T}{4fh\pi^2} \left[\frac{1}{r_{D2}} - \frac{1}{r_{L2}} \right] \quad \dots(2.9)$$

Dari persamaan (9) masih dapat dijabarkan dengan mencari nilai torsi (T), dimana untuk persamaan torsi dapat dinyatakan dengan :

$$T = \frac{V.I}{2\pi f_0} \quad \dots(2.10)$$

Dengan memasukkan unsur Torsi (T) ini, maka persamaan viskositas menjadi :

$$\eta = \frac{V.I}{8\pi^2 \cdot f \cdot f_0 \cdot h} \left[\frac{1}{r_{D2}} - \frac{1}{r_{L2}} \right] cP \quad \dots(2.11)$$

Dengan :

η = Viskositas

V = Tegangan masukan pada motor DC (Volt)

i = Arus

f = Kecepatan putaran silinder dalam dengan beban (Hz)

f_0 = Kecepatan putaran silinder dalam tanpa beban (Hz)

h = Tinggi silinder dalam (m)

r_D = Diameter silinder dalam (m)

r_L = Diameter silinder luar (m)

2.4 Motor DC

Suatu mesin listrik berfungsi sebagai motor listrik apabila terjadi proses konversi energi listrik menjadi energi mekanik di dalamnya. Motor DC adalah motor yang memerlukan suplai tegangan searah pada kumparan jangkar dan kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Berdasarkan karakteristiknya, motor arus searah ini mempunyai daerah pengaturan putaran yang luas dibandingkan dengan motor arus bolak-balik, sehingga sampai sekarang masih banyak digunakan pada pabrik-pabrik yang mesin produksinya memerlukan pengaturan putaran yang luas.

Pada motor DC, kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konverter energi baik energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya dari energi mekanik menjadi energi listrik (generator) berlangsung melalui medium medan magnet. Energi yang akan diubah dari suatu sistem ke sistem yang lain, sementara akan tersimpan pada medium medan magnet untuk kemudian dilepaskan menjadi energi system lainnya. Dengan demikian, medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi juga sekaligus proses perubahan energi.



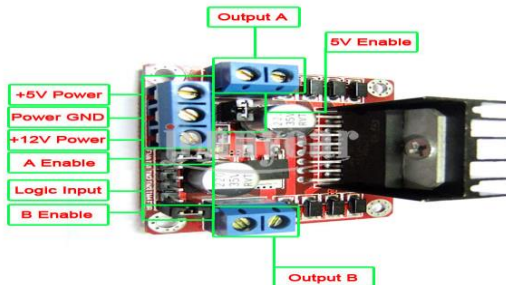
Gambar 2.3 Motor DC

Sumber: <http://industrielektrik.blogspot.com>

Motor DC merupakan motor yang banyak digunakan sebagai aktuatuor, baik dalam sistem kendali posisi maupun sistem kendali kecepatan. Kini motor DC memegang peranan penting dalam dunia perindustrian. Hal ini tampak dari banyaknya penggunaan motor DC pada devais-devais elektronik. Motor DC ini umumnya digunakan untuk pergerakan mekanis pada aplikasi-aplikasi tertentu, seperti gerakan memutar pada kertas atau drive CD.

2.5 Driver Motor L298N

L298 adalah jenis IC driver motor yang dapat mengendalikan arah putaran dan kecepatan motor DC ataupun motor stepper. Mampu mengeluarkan *output* tegangan untuk motor DC dan motor stepper sebesar 50 volt. IC L298 terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc dan motor stepper. Dapat mengendalikan 2 untuk motor dc namun hanya dapat mengendalikan 1 motor stepper. Penggunaannya paling sering untuk robot *line follower*. Bentuknya yang kecil memungkinkan dapat meminimalkan pembuatan robot *line follower*. Driver motor L298N merupakan driver motor yang paling populer digunakan untuk mengontrol kecepatan dan arah pergerakan motor. Kelebihan dari driver motor L298N ini adalah cukup presisi dalam mengontrol motor dan mudah untuk dikontrol. Model dari *driver* motor L298N dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Driver motor L298N

Sumber : <https://candraherdianto.blogspot.com>

Untuk mengontrol *driver* L298N ini dibutuhkan 6 buah pin mikrokontroler. Dua buah untuk pin *Enable*, satu buah untuk motor

pertama dan satu buah yang lain untuk motor kedua. Pengaturan kecepatan kedua motor dilakukan dengan cara pengontrolan lama pulsa aktif (mode PWM – *Pulse width Modulation*) yang dikirimkan ke rangkaian *driver* motor oleh pengendali (arduino uno). *Duty cycle* PWM yang dikirimkan menentukan kecepatan putar motor DC. Diperlukannya rangkaian motor *driver* ini karena pada umumnya motor DC akan bekerja dengan membutuhkan arus lebih dari 250 mA. Untuk beberapa IC seperti keluarga ATmega tidak bisa memberikan arus melebihi nilai tersebut. Prinsip kerja motor *driver* ini sesuai dengan bentuk rangkaian transistornya yang berupa H-bridge. Motor *driver* ini bekerja untuk menggerakkan maksimal 2 motor DC terpisah atau bisa digunakan untuk 1 motor stepper bipolar 2 fasa, menggunakan masukan *logic-level* dari Arduino atau jenis kit mikrokontroler yang lain.

2.6 Arduino

Arduino adalah platform prototipe elektronik *open-source*, yang berdasarkan perangkat keras dan lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino diperuntukan bagi seniman, desainer dan siapa pun yang tertarik untuk membuat alat yang interaktif.

Arduino secara fisik adalah mikrokontroler. Arduino adalah perangkat keras berbentuk rangkaian elektronik dengan ukuran yang kecil dan berfungsi sebagai kontroler. Dihubungkan dengan sensor yang akan memberikan informasi keadaan obyek atau lingkungan di sekitarnya, kemudian mengolah informasi tersebut lalu menghasilkan suatu aksi.

2.6.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital I/O pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 pin *input* analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, *power jack*, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Pin-pin ini memuat semua yang diperlukan untuk menunjang kinerja mikrokontroler. Selain itu mikrokontroler ini dapat dihubungkan dengan komputer menggunakan kabel USB serta sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya.

Uno merupakan salah satu seri dari beberapa mikrokontroler yang dirilis oleh Arduino. Seri ini berbeda dari semua *board* Arduino sebelumnya karena tidak menggunakan chip *driver* FTDI USB-to-serial.



Gambar 2.5 Arduino Uno
 Sumber : <http://coretanqolam.blogspot.com>

Spesifikasi dari Arduino Uno yang digunakan secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.1.

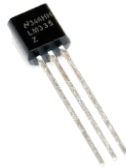
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Uno

| | |
|-------------------------|--|
| Mikrokontroler | ATmega328 |
| Tegangan Operasi | 5 V |
| Tegangan Input Ideal | 7 - 12 V |
| Batas Tegangan Input | 6 20 V |
| Jumlah Pin I/O Digital | 14 (6 pin <i>output</i> PWM) |
| Jumlah Pin Input Analog | 6 |
| Arus DC Pin I/O | 40 mA |
| Arus DC pin 3.3 V | 50 mA |
| Memori Flash | 32 KB (0.5 digunakan <i>bootloader</i>) |
| SRAM | 2 KB |
| EEPROM | 1 KB |
| <i>Clock Speed</i> | 16 MHz |

2.7 Sensor Efek Hall

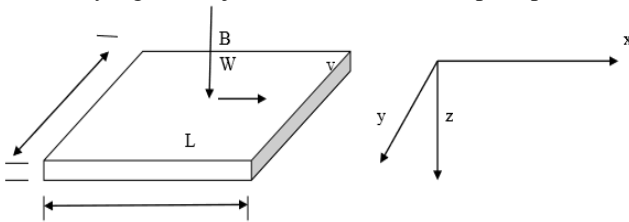
Efek hall adalah peristiwa membeloknya arus listrik dalam pelat konduktor karena adanya pengaruh medan magnet. Peristiwa ini pertama kali ditemukan oleh ilmuwan bernama Dr Edwin Hall pada tahun 1879. Beliau menemukan bahwa jika medan magnet sebuah magnet akan tegak lurus dengan suatu permukaan pelat emas yang dialiri arus. Sehingga terbentuk beda potensial pada ujung-ujung pelat yang saling berlawanan.

Prinsip utama efek Hall adalah gaya Lorentz (akan terjadi ketika sebuah bahan konduktor berbentuk pelat dan diberi medan magnet yang dialiri arus listrik). Permukaan atas pelat konduktor tersebut akan sejajar dengan muatan positif yang arahnya ke atas sedangkan bagian bawah konduktor akan sejajar dengan muatan negatif yang mengarah ke bawah. Oleh karena itu akan timbul medan listrik dan beda potensial pada penghantar. Setiap bahan konduktor dan semikonduktor akan memiliki konstanta Hall yang berbeda. Hal ini dikarenakan jenis pembawa muatan yang berbeda. Dalam praktikum ini akan ditentukan koefisien bahan semikonduktor yaitu Germanium (semikonduktor *intrinsic*) dan Germanium (semikonduktor ekstrinsik).



Gambar 2.6 Sensor Efek Hall
 Sumber : <https://teknikelektronika.com>

Jika medan magnet B diletakkan tegak lurus pada suatu pelat logam (konduktor atau semikonduktor) dengan cara menempatkan plat tersebut diantara muka-muka kutub sebuah elektromagnet. Medan ini akan mengarahkan gaya pembelok F pada plat sebagaimana dirumuskan dalam $\mathbf{il} \times \mathbf{B}$, yang menunjukkan ke arah kanan seperti pada Gambar 2.7



Gambar 2.7 Model percobaan efek hall
 Sumber : <https://entegila.wordpress.com>

Oleh karena gaya yang mengarah ke samping pada plat tersebut adalah disebabkan oleh gaya pembawa muatan, yaitu $qv \times B$. Pembawa-pembawa muatan positif (*hole*) atau negatif (*electron*) akan cenderung mengarah ke kanan ketika pembawa muatan ini hanyut (*drift*) sepanjang

plat logam. Hal inilah yang menyebabkan beda-beda potensial kecil V di antara sumbu x dan y . Secara keseluruhan fenomena ini disebut dengan Efek Hall.

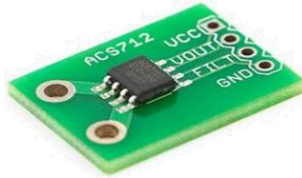
2.8 Sensor Arus ACS712

ACS712 adalah *Hall Effect current sensor*. *Hall effect* allegro ACS712 merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus AC atau DC dalam pembacaan arus didalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi. Pada umumnya aplikasi sensor ini biasanya digunakan untuk mengontrol motor, deteksi beban listrik, *switched-mode power supplies* dan proteksi beban berlebih, bentuk fisik dari sensor arus ACS712 dapat dilihat pada Gambar 2.8

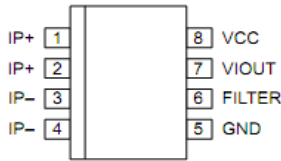
Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena didalamnya terdapat rangkaian *low-offset* linear Hall dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh *integrated* Hall IC dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan hall transducer secara berdekatan. Persisnya, tegangan proporsional yang rendah akan menstabilkan Bi CMOS Hall IC yang didalamnya yang telah dibuat untuk ketelitian yang tinggi oleh pabrik.

Tabel 2.3 Terminal list sensor arus ACS712

| Number | Name | Description |
|---------|--------|--|
| 1 and 2 | IP + | Terminals for current being sampled ; fused internally |
| 3 and 4 | IP - | Terminals for current being sampled ; fused internally |
| 5 | GND | Signal ground terminal |
| 6 | FILTER | Terminal for external capacitor that sets bandwidth |
| 7 | VOUT | Analog output signal |
| 8 | VCC | Device power supply terminal |

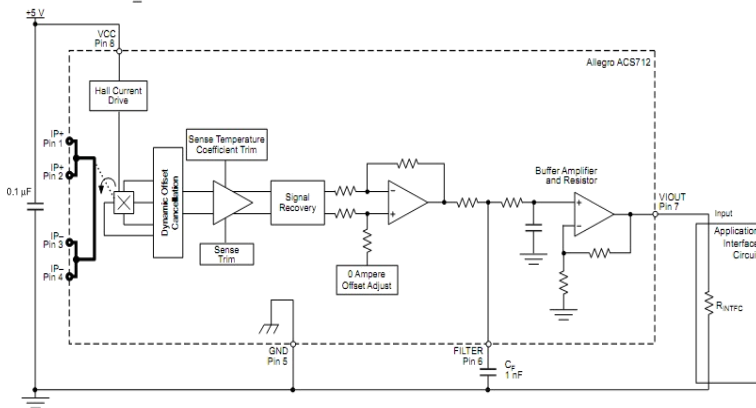


Gambar 2.8 Sensor Arus ACS712
 Sumber : <http://ilmubawang.blogspot.com>



Gambar 2.9 Pin Out Diagram
 Sumber : <https://www.elangsakti.com>

Pada Gambar 2.9 pin out dan Tabel 2.2 terminal list diatas dapat dilihat tata letak posisi I/O dari sensor arus dan kegunaan dari masing-masing pin dari sensor arus ACS712. Hambatan dalam penghantar sensor sebesar 1,2 m Ω dengan daya yang rendah. Jalur terminal konduktif secara kelistrikan diisolasi dari sensor leads/mengarah (pin 5 sampai pin 8). Hal ini menjadikan sensor arus ACS712 dapat digunakan pada aplikasi-aplikasi yang membutuhkan isolasi listrik tanpa menggunakan opto-isolator atau teknik isolasi lainnya yang mahal. Sensor ini telah dikalibrasi oleh pabrik.



Gambar 2.10 Blok diagram ACS712

2.9 LCD

LCD merupakan komponen yang mampu menampilkan besaran fisik yang kita inginkan. Hasil dari pemrosesan ditampilkan dalam suatu screen atau layar, biasanya berupa huruf atau angka. Contohnya tekanan, kecepatan, temperatur, kelembaban, waktu, dan lain-lain dalam bentuk berupa huruf dan angka.

LCD (*Liquid Crystal Display*) secara jenis ada dua macam yaitu LCD *Character* dan LCD *Graphics*.

2.9.1 LCD 16X2

LCD *Character* (LCD Karakter) adalah LCD yang tampilannya terbatas pada tampilan karakter, khususnya karakter ASCII (seperti karakter-karakter yang tercetak pada keyboard komputer). Sedangkan LCD *Graphics* (LCD Grafik) adalah LCD yang tampilannya tidak terbatas, bahkan dapat menampilkan foto. LCD Grafik inilah yang terus berkembang seperti layar LCD yang biasa dilihat di notebook / laptop. Dalam pembahasan kali ini akan dikonsentrasikan pada LCD Karakter.

Jenis LCD karakter yang beredar di pasaran biasa dituliskan dengan bilangan matriks dari jumlah karakter yang dapat dituliskan pada LCD tersebut, yaitu jumlah kolom karakter dikali jumlah baris karakter. Sebagai contoh, LCD16X2, artinya terdapat 16 kolom dalam 2 baris ruang karakter, yang berarti total karakter yang dapat dituliskan adalah 32 karakter.



Gambar 2.11 Grafik LCD

2.9.2 I2C LCD

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa

informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai *transfer* data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri *transfer* data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamati master.



Gambar 2.12 I2C LCD

I2C/TWI LCD 1602 merupakan modul yang dipakai untuk mengurangi penggunaan kaki di LCD 1602. Modul ini memiliki 4 Pin yang akan dihubungkan ke Arduino.

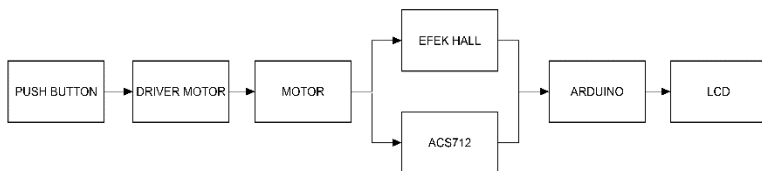
- a) GND : dihubungkan ke GND Arduino
- b) VCC : dihubungkan ke 5V Arduino
- c) SDA : Merupakan I2C data dan dihubungkan ke pin *analog* A4 pada arduino
- d) SCL : Merupakan I2C *clock* dan dihubungkan ke pin *analog* A5 pada arduino.

BAB III

PERANCANGAN MEKANIK DAN SISTEM ALAT

Pada Bab ini akan dijelaskan mengenai perancangan dan pembuatan Alat Ukur Viskositas Digital pada Oli Menggunakan Sensor Efek Hall meliputi blok fungsional sistem yang akan menjelaskan proses kerja alat dalam bentuk alur diagram. Perancangan mekanik membahas tentang desain dan pembuatan mekanik yang mendukung cara kerja alat. Perancangan perangkat elektrik yang membahas perancangan rangkaian pengkondisi sinyal sebagai rangkaian *control*, pengolahan data kecepatan maupun arus yang didapat, rangkaian pendukung alat, dan perancangan program.

3.1 Diagram Blok Cara Kerja Alat



Gambar 3.1 Blok Fungsional Sistem

Dari Gambar 3.1, dijelaskan bahwa dalam tugas akhir ini, dibuat alat ukur viskositas digital pada oli dengan menggunakan sensor efek hall. Arduino berfungsi untuk mengolah data yang masuk seperti arus , kecepatan maupun frekuensi. Arduino disambungkan ke PC atau komputer dengan soket USB yang berfungsi untuk mengirimkan program ke arduino dan juga sebagai *port* komunikasi serial. Bahasa yang digunakan adalah bahasa C. Tegangan masukan yang dibutuhkan oleh arduino yaitu 12 Volt.

Motor DC pada tugas akhir ini membutuhkan tegangan sebesar 9 Volt sehingga dibutuhkan *supply* tegangan eksternal sebesar 9 Volt. *Supply* tersebut berasal dari baterai kering yang memiliki tegangan sebesar 9 Volt. *Driver* motor L298N berfungsi untuk mengontrol motor DC agar dapat berputar jika push button ditekan dan juga mengontrol kecepatan motor DC. *Driver* motor ini dapat diberi tegangan masukan

sebesar 5 Volt atau 12 Volt. Modul *driver* L298N menggunakan chip ST L298N yang dapat secara langsung mengontrol dua motor DC 3-30V.

Sensor arus ACS712 berfungsi untuk mengukur arus yang mengalir pada motor DC. Tegangan masukan yang dibutuhkan oleh sensor ini adalah 5 Volt dan data keluarannya berupa data *analog*. Sehingga data tersebut harus diubah ke data digital dengan cara konversi atau ADC (*Analog to Digital Converter*).

Sensor efek hall berfungsi untuk mengukur kecepatan dan frekuensi dari motor DC. Tegangan masukan yang dibutuhkan oleh sensor ini adalah 5 Volt. Data keluaran berupa data digital. Dalam pengaplikasiannya sensor ini membutuhkan magnet untuk mengaktifkan medan magnet eksternal. Sinyal masukan (*input*) dari sensor ini adalah densitas medan magnet disekitar sensor tersebut, apabila densitas medan magnet melebihi batas ambang yang ditentukan maka sensor akan mendeteksi dan menghasilkan tegangan keluaran (*output*) yang disebut dengan Tegangan Hall (VH).

Liquid Crystal Display berfungsi untuk menampilkan tingkat viskositas dari oli yang sedang diuji. LCD yang digunakan berukuran 16X2. Secara garis besar komponen penyusun LCD terdiri dari kristal cair (*liquid crystal*) yang diapit oleh 2 buah elektroda transparan dan 2 buah filter polarisasi (*polarizing filter*).

3.2 Perancangan Mekanik

Pada bab ini akan dibahas tentang perancangan perangkat mekanik atau perangkat keras. Perancangan ini meliputi alat dan bahan yang digunakan maupun desain mekanik dari tugas akhir ini. Desain mekanik berupa dimensi serta ukuran alat yang akan dibuat.

3.2.1 Alat dan Bahan yang Digunakan

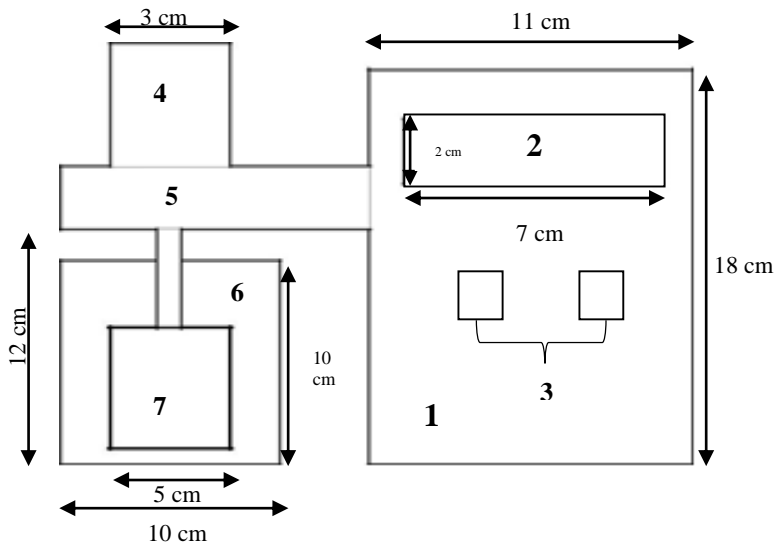
Pada pembuatan alat ukur mengukur viskositas ini dibutuhkan beberapa alat dan bahan dalam proses pembuatannya yaitu :

- a) Arduino uno
- b) Motor DC 9 Volt
- c) Sensor efek hall
- d) Sensor arus ACS712
- e) Magnet
- f) *Push button*
- g) LED

- h) *Driver* motor L298N
- i) Baterai 12 Volt
- j) *Power Supply* 12 Volt
- k) LCD 16 x 2
- l) Kabel, timah, PCB, lem plastik, dan solder
- m) 1 unit komputer
- n) Oli baru tipe SAE 20 dan SAE 30

3.2.2 Desain Mekanik

Perancangan mekanik dari sistem pengukuran kekentalan oli ini sesuai dengan yang ada pada Gambar 3.1, dimana dalam box utama terdapat LCD dan 2 buah *push button*. Box tersebut kemudian terhubung dengan sensor efek hall dan magnet.



Gambar 3.2 Desain Mekanik

Keterangan :

- 1 = Box utama
- 2 = LCD
- 3 = *Push Button*
- 4 = Motor DC

- 5 = Efek Hall dan magnet
- 6 = Silinder luar
- 7 = Silinder dalam

Perancangan perangkat keras pada tugas akhir ini dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

a) Motor DC dengan sensor efek hall

Motor dc ini sudah dilengkapi dengan sensor efek hall di dalamnya. Motor dc dengan sensor ini digunakan sebagai sensor gerak yang digunakan untuk mendeteksi putaran motor DC. Cara kerjanya adalah saat motor dc berputar maka efek hall akan mendeteksi putaran yang terjadi di motor DC. Putaran ini akan dibaca oleh arduino.

b) Silinder

Silinder pada alat ini ada dua, yaitu silinder dalam dan silinder luar. Silinder dalam yang langsung terhubung dengan motor DC berfungsi untuk mengaduk sampel yang akan diteliti. Sementara silinder luar berfungsi untuk menampung sampel yang diteliti..

c) Arduino Uno

Arduino berfungsi sebagai pengolah *analog* ke digital yang akan disampaikan pada manusia. Pengolahan *analog* ke digital akan diproses ADC internal dari mikrokontroler ini.

d) Display LCD

LCD berfungsi untuk memberikan informasi nilai viskositas dan jenis oli yang sedang diuji

3.3 Perancangan Elektrik

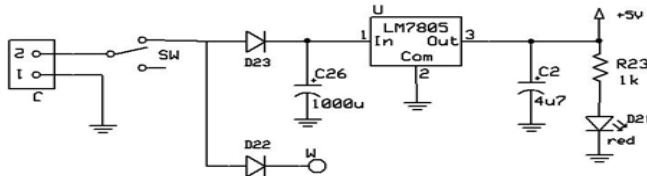
Perancangan perangkat elektrik meliputi skema rangkaian, rangkaian catu daya, arduino, sensor arus ACS712 dan *driver* motor L298N.

3.3.1 Rangkaian Catu Daya

Rangkaian ini berfungsi memberikan power untuk mengaktifkan seluruh rangkaian. Rangkaian catu daya yang dibutuhkan 12 volt, tegangan itu untuk mengaktifkan seluruh rangkaian yang ada. Sumber dari rangkaian catu daya ini adalah sumber listrik dengan tegangan 220 volt. Berikut gambar rangkaian catu daya :

Rangkaian catu daya ini berfungsi untuk mengubah tegangan yang masuk, yaitu 220 volt menjadi tegangan 12 volt. Rangkaian catu

daya ini membutuhkan beberapa rangkaian pendukung yaitu kapasitor dan IC LM7805.

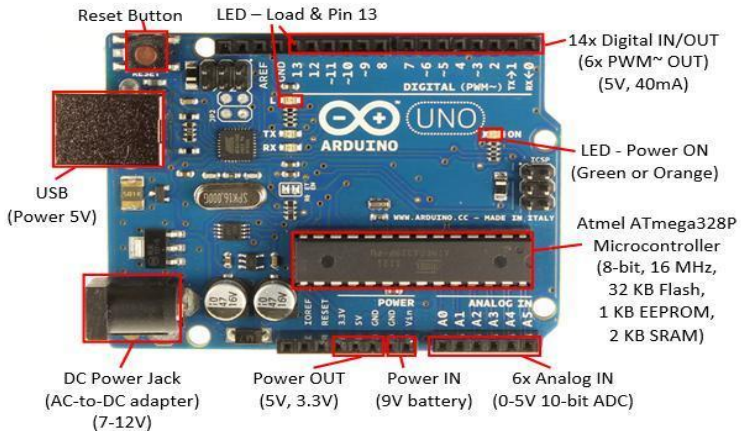


Gambar 3.3 Rangkaian Catu Daya

3.3.2 Rangkaian Arduino

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input analog*, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

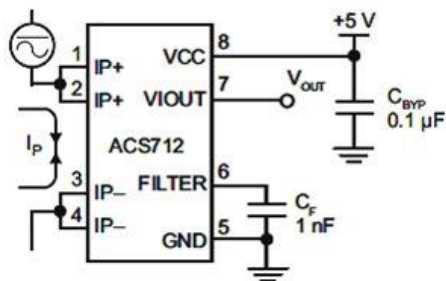
Uno berbeda dengan semua board sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial yaitu menggunakan fitur Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial berbeda dengan board sebelumnya yang menggunakan chip FTDI driver USB-to-serial.



Gambar 3.4 Rangkaian Arduino

3.3.3 Rangkaian Sensor Arus ACS712

ACS712 adalah sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Modul sensor ini telah dilengkapi dengan rangkaian penguat operasional, sehingga sensitivitas pengukuran arusnya meningkat dan dapat mengukur perubahan arus yang kecil. Sensor ini digunakan pada aplikasi-aplikasi di bidang industri, komersial, maupun komunikasi. Contoh aplikasinya antara lain untuk sensor kontrol motor, deteksi dan manajemen penggunaan daya, sensor untuk catu daya tersaklar, sensor proteksi terhadap arus lebih, dan lain sebagainya.



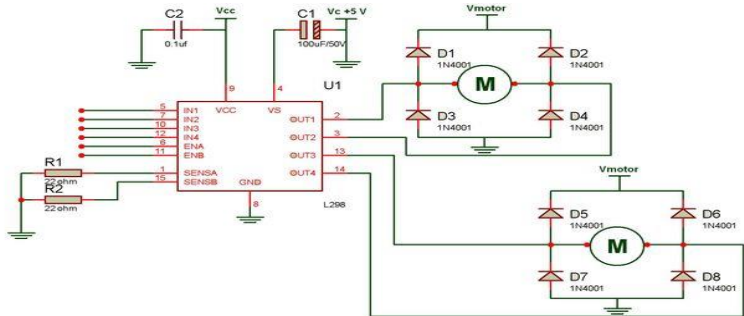
Gambar 3.5 Rangkaian Sensor Arus ACS712

Dalam sistem elektronika, masukan dapat berupa sensor atau perintah langsung dari pengguna. Sedangkan keluaran dapat berupa aktuator atau tampilan atau informasi lainnya. Untuk sensor ACS712 ini, fungsi transfer adalah korelasi antara nilai besaran fisis yang terukur oleh sensor terhadap nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) yang membacanya.

3.3.4 Rangkaian Driver Motor L298N

L298 adalah *driver* motor berbasis H-Bridge, mampu menangani beban hingga 4A pada tegangan 6V – 46V. Dalam chip terdapat dua rangkaian H-Bridge. Selain itu *driver* ini mampu mengendalikan 2 motor sekaligus dengan arus beban 2 A. berikut gambar rangkaian

driver motor L298. *Output* motor DC digunakan dioda, hal ini ditujukan agar *driver* motor dapat menahan arus balik yang datang dari motor DC.



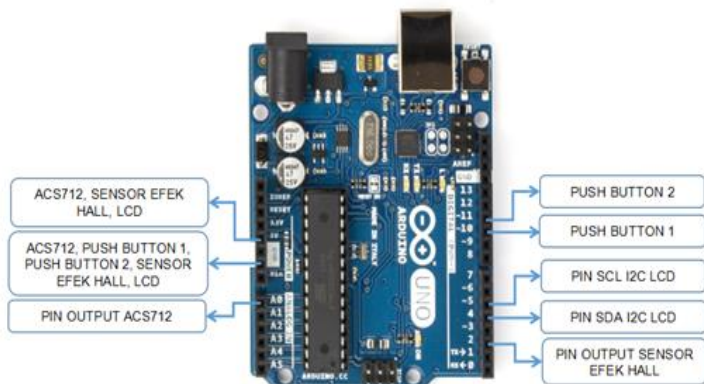
Gambar 3.6 Rangkaian Driver Motor

Input driver motor berasal dari mikrokontroler utama, untuk MOT 1A dan MOT 1B untuk menggerakkan motor 1, *ENABLE* 1 untuk mengatur kecepatan motor 1 menggunakan PWM, selanjutnya untuk MOT 2A dan MOT 2B untuk menggerakkan motor 2, *ENABLE* 2 untuk mengatur kecepatan motor 2 menggunakan PWM.

3.4 Konfigurasi Sistem

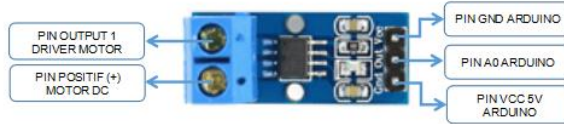
Perancangan sistem pengukuran ketebalan oli ini disusun dari sejumlah komponen dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Konfigurasi sistem yang berisi hubungan tiap-tiap komponen diantaranya:

- Arduino



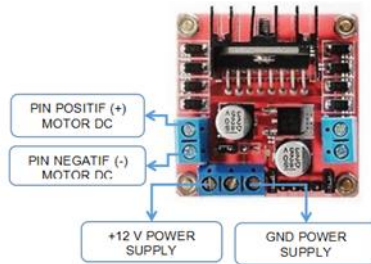
Gambar 3.7 Konfigurasi Pin Arduino

- ACS712



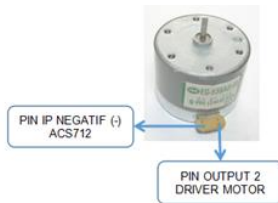
Gambar 3.8 Konfigurasi Pin ACS712

- *Driver* Motor L298N



Gambar 3.9 Konfigurasi Pin Driver Motor

- Motor DC 12 Volt



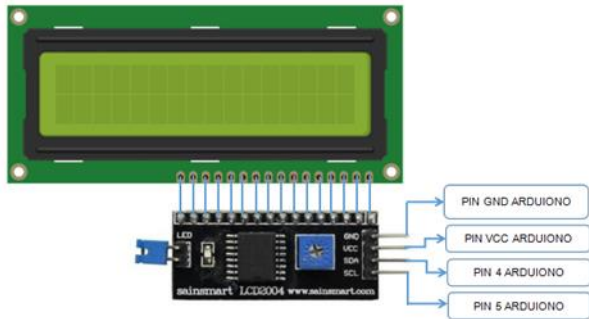
Gambar 3.10 Konfigurasi Pin Motor

- Sensor Efek Hall



Gambar 3.11 Konfigurasi Pin Efek Hall

- LCD



Gambar 3.12 Konfigurasi Pin LCD

- *Push Button 1*



Gambar 3.13 Konfigurasi Pin Push Button 1

- *Push Button 2*



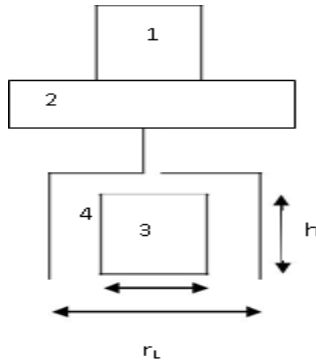
Gambar 3.14 Konfigurasi Pin Push Button 2

3.5 Prosedur Penelitian

Alat ini direncanakan untuk mengukur kekentalan oli mesin kendaraan bermotor, sekaligus menentukan kelayakannya sesuai dengan perubahan kekentalannya setelah oli tersebut dipakai. Untuk memperoleh besaran viskositas digunakan metode viskometer silinder sesumbu. Metode ini menghasilkan persamaan :

$$\eta = \frac{V.I}{8\pi^2 \cdot f \cdot f_o \cdot h} \left[\frac{1}{r_{D^2}} - \frac{1}{r_{L^2}} \right] cP$$

Sistem mekanisnya terdiri dari dua buah silinder sesumbu, dimana silinder bagian dalam diputar menggunakan motor DC dan silinder luar dijaga agar dalam keadaan diam. Oli yang akan diukur diletakkan pada celah diantara kedua silinder tersebut.



Gambar 3.15 Sistem mekanis Viskometer Rotasi

Keterangan :

1. Motor DC
2. Penyangga
3. Silinder dalam
4. Silinder luar

Dengan nilai:

Diameter silinder dalam (rD) : 5 cm
Diameter silinder luar (rL) : 10 cm
Tinggi silinder dalam (h) : 12 cm

Dari persamaan :

$$\eta = \frac{V.I}{8\pi^2 \cdot f \cdot f_o \cdot h} \left[\frac{1}{r_{D^2}} - \frac{1}{r_{L^2}} \right] cP$$

Diketahui nilai:

V : 12 volt

rD : 5 cm

rL : 10 cm

h : 12 cm

f0 : 68 hz

nilai f0 didapat saat motor diberi tegangan referensi 12 volt.

Jadi :

$$\eta = \frac{12 \cdot I}{248,349 \cdot f \cdot 68,0,12} \left[\frac{1}{0,0025} - \frac{1}{0,01} \right]$$

$$\eta = \frac{12 \cdot I}{2026,52784 \cdot f} [400 - 100]$$

$$\eta = \frac{12 \cdot I}{2026,52784 \cdot f} \cdot 300$$

Dari nilai tersebut dapat diketahui nilai viskositas dengan mencari nilai arus dan frekuensi pada motor DC saat diberi sampel. Langkah-langkah pengambilan data adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan viskometer rotasi.
2. Mengambil sampel oli dan memasukkannya pada silinder luar dan memasang pada viskometer rotasi.
3. Menyalakan viskometer rotasi.
4. Mengamati hasil pada LCD nilai viskositas, arus dan frekuensi selama 60 detik dan menunggu alat stabil.
5. Mencatat hasil pada tabel.
6. Mengulangi langkah 2-5 untuk sampel dengan variasi percampuran yang berbeda.

Nilai yang tercantum pada LCD akan berubah-ubah pada rentang nilai tertentu. Ini disebabkan karena nilai tersebut tergantung pada putaran motor dc dan arus yang terjadi.

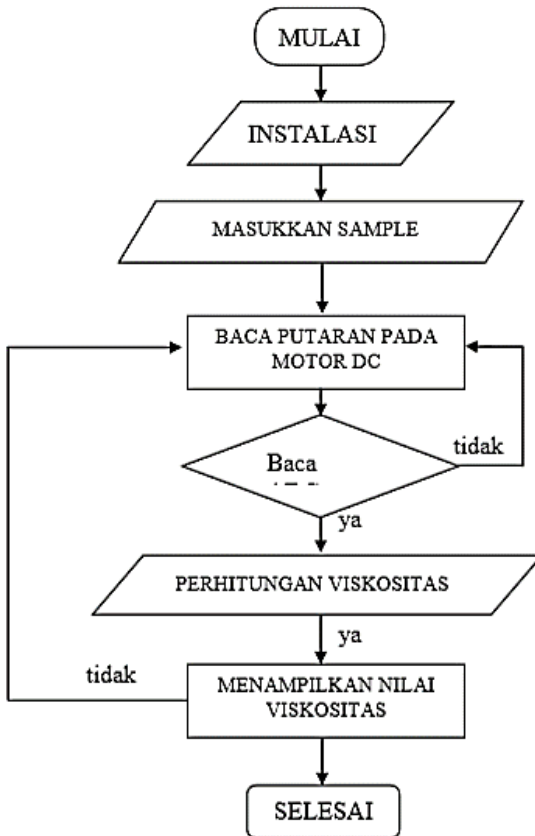
3.6 Analisis Data

Dalam melakukan analisis dan interpretasi data dilakukan dengan komputer menggunakan Microsoft Excel. Software ini merupakan salah

satu produk dari Microsoft Office yang dapat digunakan untuk menampilkan tabel, diagram dan mencari persamaannya.

3.7 Diagram Alir

Untuk lebih lengkapnya lagi metode penelitian dapat dilihat seperti pada diagram alir di bawah ini :



Gambar 3.16 Diagram Alir Metode Penelitian

Cara kerja alat ini yaitu : Menyiapkan viskometer rotasi terlebih dahulu dan menyiapkan sampel oli yang akan diuji. Lalu menekan salah satu tombol dan motor DC akan berputar. Sensor efek hall akan mendeteksi banyaknya putaran motor DC dan sensor arus ACS712 akan mendeteksi banyaknya arus yang mengalir pada motor DC. Selanjutnya perhitungan viskositas akan dilakukan oleh arduino. Di dalam arduino sudah terdapat program untuk menghitung tingkat viskositas dari suatu cairan. Setelah selesai LCD akan menampilkan tingkat kekentalan dari oli tersebut.

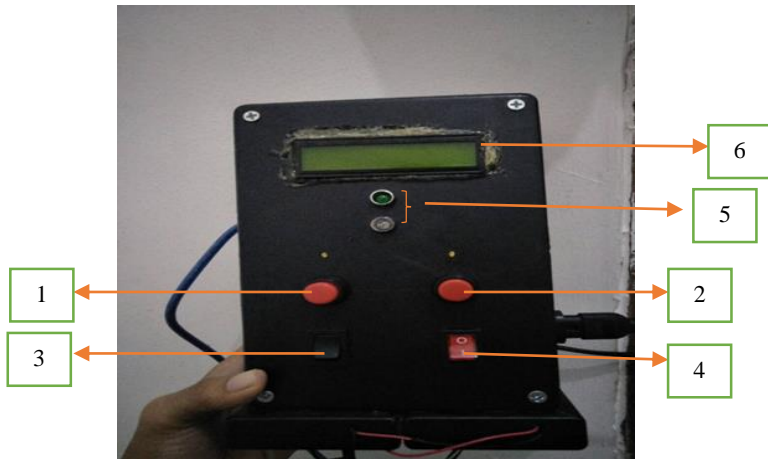
-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Untuk mengetahui apakah tujuan-tujuan dari pembuatan alat ini telah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak, maka dilakukan pengujian dan analisa terhadap alat yang telah dibuat.

4.1 Hasil Rancangan

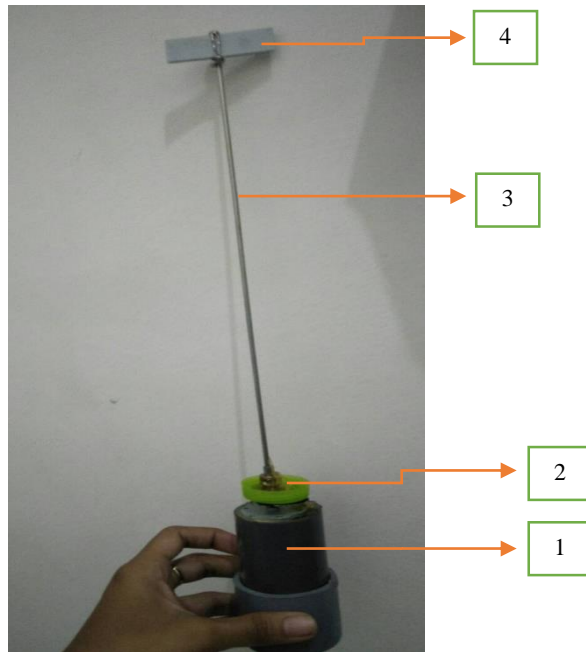
Alat ini dibagi menjadi dua bagian yaitu : Bagian kontrol dan bagian sensor seperti terlihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2



Gambar 4.1 Bagian Kontrol

Keterangan :

- 1 = Tombol SAE 20
- 2 = Tombol SAE 10
- 3 = Tombol Batterai
- 4 = Tombol *Power Supply*
- 5 = LED Indikator
- 6 = LCD

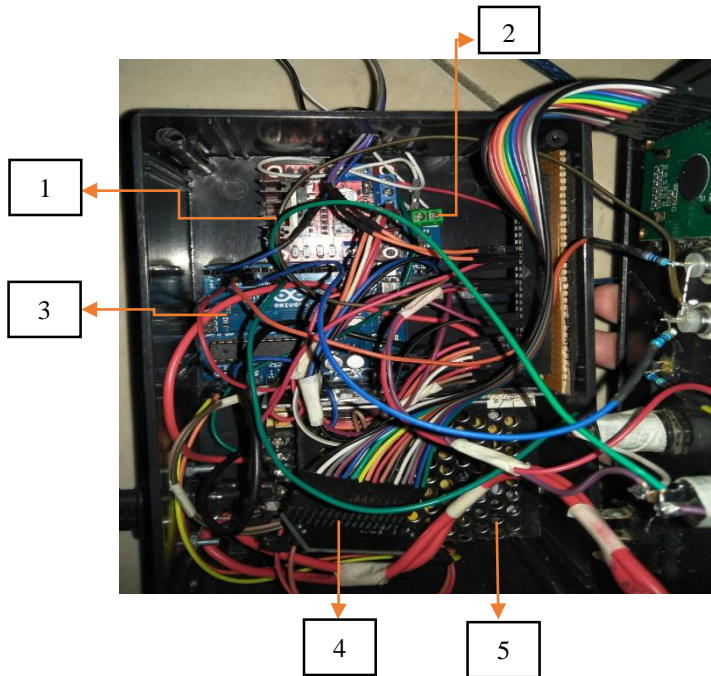


Gambar 4.2 Bagian Sensor

Keterangan

- 1 = Motor DC dan Sensor Efek Hall
- 2 = Roda Gigi dan Magnet
- 3 = Batang Pengaduk
- 4 = Pengaduk

Pengguna terlebih dahulu harus memilih terlebih dahulu jenis *supply* yang akan digunakan dengan menekan salah satu push button. Supply terbagi menjadi dua yaitu baterai dan *power supply*. Lalu pengguna memilih tipe oli yang akan diuji dengan menekan push button. Jika pengguna sudah memilih tipe oli nya maka motor akan mulai berputar. Sensor arus juga akan mengukur jumlah arus yang mengalir dalam motor. Kecepatan, arus maupun frekuensi akan diolah oleh arduino. LCD akan menampilkan nilai viskositas.



Gambar 4.3 Rangkaian Dalam Alat

Keterangan :

- 1 = *Driver Motor L298N*
- 2 = *Sensor Arus ACS712*
- 3 = *Arduino Uno*
- 4 = *I2C LCD*
- 5 = *Power Supply 12 Volt*

4.2 Pengujian Alat

Untuk dapat mengetahui apakah alat ini dapat digunakan, maka dilakukan pengujian alat. Pengujian alat dilakukan dengan beberapa variasi kondisi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui ketelitian alat saat digunakan. Untuk menentukan nilai masing-masing variabel digunakan rata-rata harmonik. Rata-rata harmonik digunakan saat data $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ dalam sebuah sampel berukuran n . Rata-rata harmonik dinyatakan dengan :

$$H = \frac{n}{\sum \left(\frac{1}{x_i}\right)} = \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_3} + \dots + \frac{1}{x_n}}$$

Dengan:

H : rata-rata harmonik

n : jumlah data

xi : data tersaji

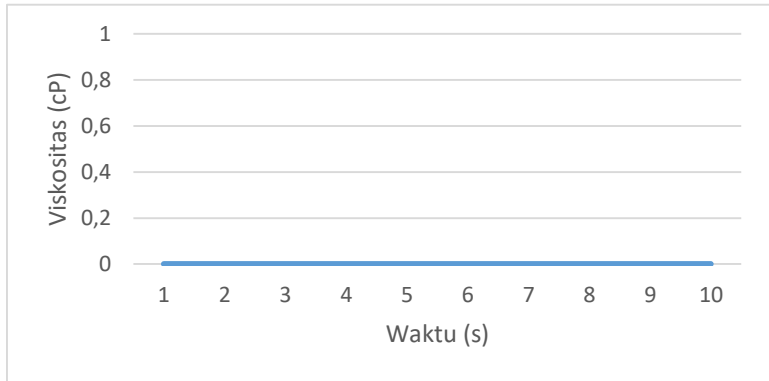
4.2.1. Kondisi tanpa Beban

Pengujian pertama yang dilakukan yaitu dalam kondisi tanpa beban. Dimana pengujian ini dilakukan tanpa memasukkan pengaduk ke dalam oli, atau dengan kata lain pengaduk dalam keadaan bebas. Hasil pengujian dalam kondisi terdapat pada Tabel 4.1, dimana parameter yang dijadikan acuan yaitu viskositas, frekuensi, dan arus.

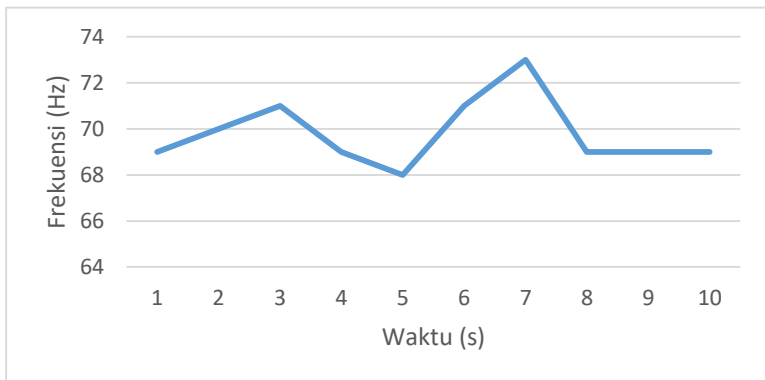
Tabel 4.1 Tabel pengujian tanpa sampel

| Viskositas (cP) | Frekuensi (Hz) | Arus (mA) |
|-----------------|----------------|-----------|
| 0 | 69 | 0.09 |
| 0 | 70 | 0.08 |
| 0 | 71 | 0.08 |
| 0 | 69 | 0.12 |
| 0 | 68 | 0.09 |
| 0 | 71 | 0.08 |
| 0 | 73 | 0.09 |
| 0 | 69 | 0.07 |
| 0 | 69 | 0.12 |
| 0 | 69 | 0.09 |

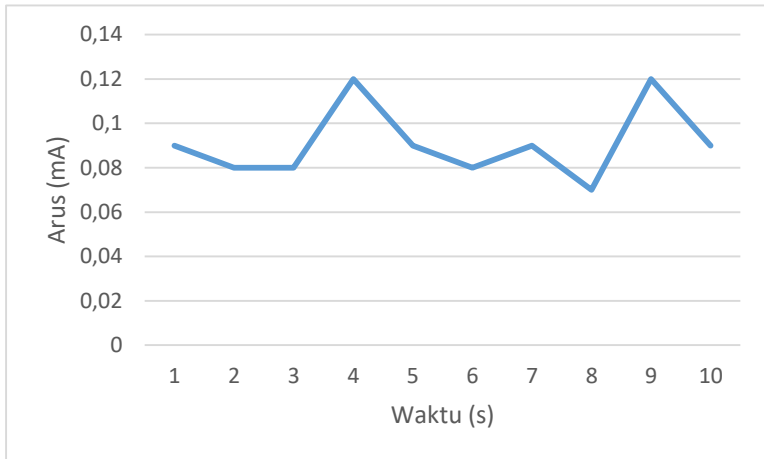
Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 4.1, dapat diketahui jika viskositas yang dihasilkan yaitu 0 cP dengan nilai frekuensi rata-rata yang didapat sebesar 69,8 Hz dan arus 0.088 mA. Data-data tersebut kemudian digambarkan dalam bentuk grafik hingga tampak seperti yang ada pada Gambar 4.4 untuk viskositas. Sedangkan Gambar 4.5 untuk frekuensi dan Gambar 4.6 untuk arus.



Gambar 4.4 Grafik viskositas terhadap waktu saat alat tanpa beban



Gambar 4.5 Grafik frekuensi terhadap waktu saat alat tanpa beban



Gambar 4.6 Grafik arus terhadap waktu saat alat tanpa beban

4.2.2. Pengujian dengan Federal Matic 30 Eco MAXX

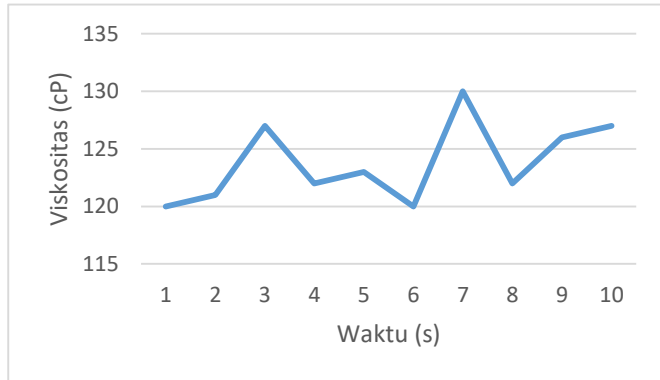
Hasil dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan oli Federal Matic 30 Eco MAXX terdapat pada Tabel 4.2, dimana data yang ditampilkan diantaranya viskositas, frekuensi, arus, serta waktu dari pengujian.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Federal Matic 30 Eco MAXX

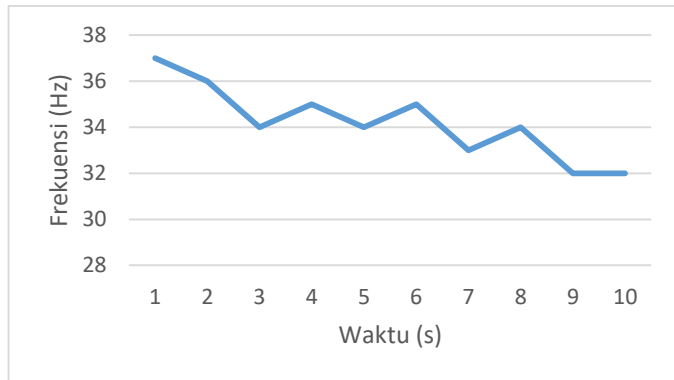
| Federal Matic 30 Eco MAXX SAE 10W - 30 | | | |
|--|----------------|-----------|-----------|
| Viskositas (cP) | Frekuensi (Hz) | Arus (mA) | Waktu (s) |
| 120 | 37 | 0,65 | 1 |
| 121 | 36 | 0,64 | 2 |
| 127 | 34 | 0,63 | 3 |
| 122 | 35 | 0,63 | 4 |
| 123 | 34 | 0,62 | 5 |
| 120 | 35 | 0,62 | 6 |
| 130 | 33 | 0,63 | 7 |
| 122 | 34 | 0,61 | 8 |

| | | | |
|--------------------------------|----|------|----|
| 126 | 32 | 0,61 | 9 |
| 127 | 32 | 0,61 | 10 |
| Rata - Rata Viskositas = 123,8 | | | |

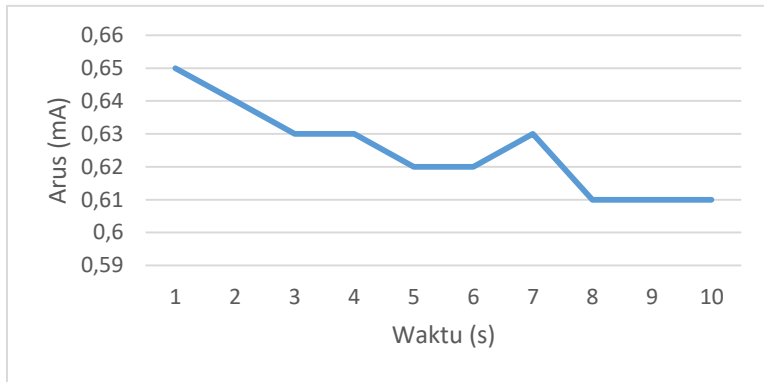
Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.2, dapat diketahui jika hasil penggambaran data dalam bentuk grafik tampak seperti Gambar 4.7 untuk data viskositas, Gambar 4.8 untuk data frekuensi, dan Gambar 4.9 untuk grafik data arus.



Gambar 4.7 Grafik viskositas terhadap waktu dalam pengujian federal matic 30 eco maxx



Gambar 4.8 Grafik frekuensi terhadap waktu dalam pengujian federal matic 30 eco maxx



Gambar 4.9 Grafik arus terhadap waktu dalam pengujian federal matic 30 eco maxx

4.2.3. Pengujian dengan Evalube Runner

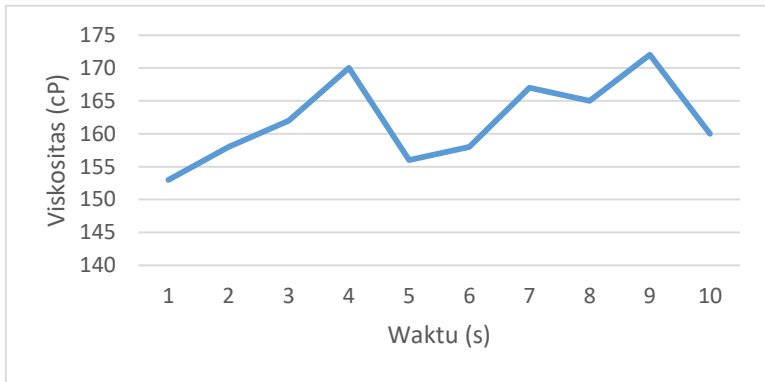
Hasil dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan oli Evalube Runner SAE 20W-40 terdapat pada Tabel 4.3, dimana data yang ditampilkan diantaranya viskositas, frekuensi, arus, serta waktu dari pengujian.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Evalube Runner SAE 20W-40

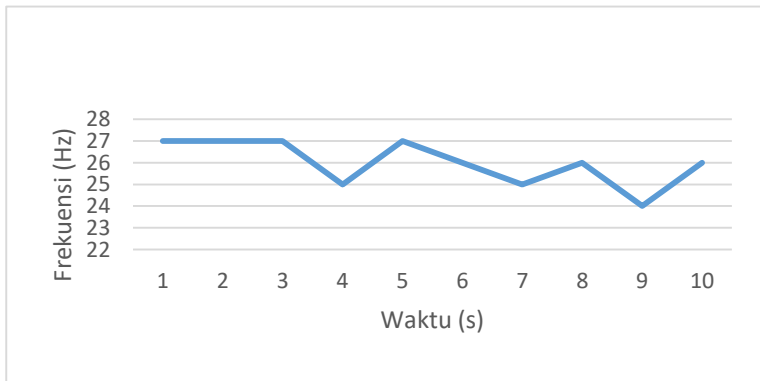
| Evalube Runner SAE 20W-40 | | | |
|---------------------------|----------------|-----------|-----------|
| Viskositas (cP) | Frekuensi (Hz) | Arus (mA) | Waktu (s) |
| 153 | 27 | 0,62 | 1 |
| 158 | 27 | 0,64 | 2 |
| 162 | 27 | 0,63 | 3 |
| 170 | 25 | 0,63 | 4 |
| 156 | 27 | 0,63 | 5 |
| 158 | 26 | 0,62 | 6 |
| 167 | 25 | 0,62 | 7 |
| 165 | 26 | 0,62 | 8 |

| | | | |
|--------------------------------|----|------|----|
| 172 | 24 | 0,62 | 9 |
| 160 | 26 | 0,6 | 10 |
| Rata - Rata Viskositas = 162,1 | | | |

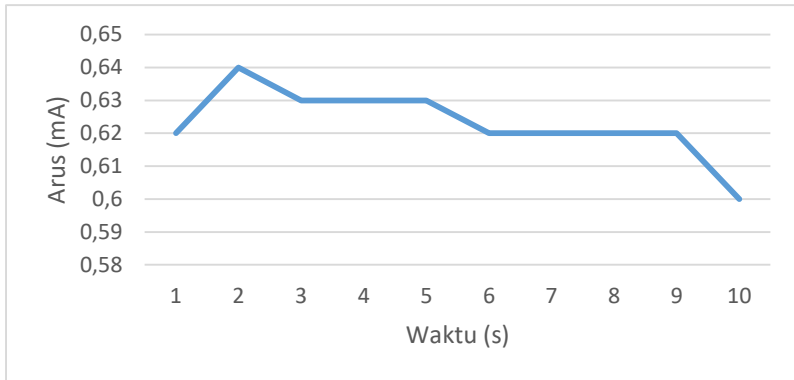
Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.3, dapat diketahui jika hasil penggambaran data dalam bentuk grafik tampak seperti Gambar 4.10 untuk data viskositas, Gambar 4.11 untuk data frekuensi, dan Gambar 4.12 untuk grafik data arus.



Gambar 4.10 Grafik viskositas terhadap waktu dalam pengujian pengujian Evalube Runner SAE 20W-40



Gambar 4.11 Grafik frekuensi terhadap waktu dalam pengujian pengujian Evalube Runner SAE 20W-40



Gambar 4.12 Grafik arus terhadap waktu dalam pengujian pengujian Evalube Runner SAE 20W-40

4.3 Pembahasan

Viskometer rotasi silinder sesumbu (*concentric cylinder*) berbasis mikrokontroler adalah sebuah perpaduan antara perangkat lunak (*software*) yang diimplementasikan dalam program yang tersimpan dalam chip mikrokontroler sebagai pengolahan dan pemrosesan data serta perangkat keras (*hardware*) yang diimplementasikan sebagai prototipe pengukur kekentalan (viskositas) cairan.

Viskometer rotasi silinder sesumbu (*concentric cylinder*) dibuat berdasarkan 2 standard, system Searle dimana silinder bagian dalam berputar dengan silinder bagian luar diam dan system Couette dimana bagian luar silinder yang diputar sedangkan bagian dalam silinder diam. Fluida yang akan diukur ditempatkan pada celah diantara kedua silinder. Pada penelitian kali ini menggunakan system Searle. Silinder dalam langsung terhubung dengan motor DC sebagai pengaduk sampel yang akan diteliti.

Viskometer rotasi silinder sesumbu (*concentric cylinder*) berbasis mikrokontroler menggunakan sensor kecepatan berupa sensor efek hall yang terdapat pada motor DC dan sensor arus berupa ACS712. Hasil akhir dari perhitungan ditentukan oleh banyaknya putaran motor DC dan besarnya arus yang terjadi pada motor DC.

Desain pembuatan alat ini adalah membuat alat berupa dua buah silinder dimana salah satu silinder berputar dan yang lainnya diam. Putaran dari silinder dihitung dengan sensor kecepatan kemudian diolah oleh chip mikrokontroler kedalam persamaan yang telah diupload ke dalam chip tersebut. Selain kecepatan, arus yang mengalir pada motor DC juga dihitung menggunakan sensor arus. Setelah diolah pada mikrokontroler kemudian ditampilkan pada display berupa LCD.

Sebelum alat ini digunakan untuk mengambil data, ada beberapa proses yang harus dilakukan. Pertama yang harus dilakukan adalah mengetahui kestabilan putaran motor. Kestabilan ini akan mempengaruhi hasil akhir dari pengambilan data. Agar data yang didapat maksimal maka sumber tegangan harus stabil. Jika tegangan stabil maka putaran motor DC juga akan stabil. Tegangan kerja yang dibutuhkan juga harus sesuai. Jika tegangan yang masuk ke motor DC kurang maka hasilnya juga tidak maksimal. Kondisi motor DC juga harus dalam kondisi yang baik. Jika menggunakan motor DC yang kurang bagus, hasilnya tidak akan sesuai harapan.

Untuk mendapatkan nilai kecepatan digunakan sensor kecepatan. Sensor kecepatan dapat menggunakan optocoupler maupun efek hall. Optocoupler yang umum digunakan adalah model U. Jika menggunakan model ini, masih diperlukan piringan untuk menghasilkan sinyal keluaran. Saat menggunakan metode ini, hasil yang didapat masih kurang maksimal. Untuk mendapatkan hasil yang akurat menjadi kendala, karena piringan yang digunakan harus dilubangi dan dipasang pada motor DC. Posisi piringan sulit untuk tepat sehingga hasil yang didapatkan juga kurang maksimal. Untuk mengatasi kekurangan ini, maka digunakan sensor efek hall. Dengan devais ini, sedikit lebih mudah karena hanyamenyesuaikan dengan posisi dari magnet eksternal.

Pemasangan silinder pada motor DC juga mempunyai beberapa kendala. Poros silinder harus disambung dengan motor DC agar tidak terlepas. Poros yang panjang juga berpengaruh untuk putaran motor. Jika poros terlalu panjang, kestabilan putaran silinder juga berkurang. Tetapi pada alat ini dibutuhkan poros yang panjang agar pengaduk dapat menjangkau sample yang berada didalam sepeda motor.

Setelah tahapan-tahapan untuk membuat alat ini selesai, alat dicoba menggunakan sampel. Sampel yang digunakan adalah oli baru SAE 10W-30 dan SAE 20W-40 dan diuji pada suhu 27°C . Tujuannya adalah mengetahui besarnya nilai viskositas dari oli tersebut. Salah satu

indikator oli dalam keadaan layak adalah jika viskositasnya memenuhi standard.

Dari Persamaan 2.11 dapat diketahui nilai akhir dari viskositas sampel yang diuji. Dari satuan-satuan yang terdapat pada Persamaan 2.11 ada yang nilainya sudah diketahui. Tegangan, tinggi silinder, kecepatan putaran motor tanpa beban, jari-jari silinder dalam, dan jari-jari silinder luar adalah satuan yang telah diketahui nilainya. Selain nilai akhir atau viskositas, nilai yang masih harus dicari adalah arus dan kecepatan putaran motor dengan beban. Nilai ini akan diperoleh setelah sampel dimasukkan ke dalam silinder. Saat tak ada sampel di silinder, maka motor dapat berputar tanpa beban. Saat dimasukkan sampel cairan ke dalam silinder maka putaran motor DC akan mendapat hambatan dari cairan tersebut. Semakin besar nilai viskositas, maka hambatan semakin besar dan kecepatan motor DC menurun.

Tabel 4.1 menunjukkan hasil pengujian saat alat bekerja tanpa beban. Nilai viskositas adalah 0 (nol). Ini menunjukkan jika alat ini bekerja tanpa ada beban. Nilai frekuensi motor DC cenderung stabil pada kisaran 30.28 Hz. Arus yang terjadi juga berada pada kisaran 0.088 mA. Selain nilai viskositas, frekuensi dan arus terjadi sedikit fluktuasi. Nilai yang didapat tidak konstan. Hal ini terjadi karena tegangan yang masuk tidak selalu stabil. Listrik yang dihasilkan oleh PLN juga tidak stabil. Regulator tegangan yang dipasang pada alat ini masih belum bisa menghasilkan tegangan yang benar-benar stabil. Namun, saat tanpa beban fluktuasi ini tidak terlalu besar.

Tabel 4.2 menunjukkan data hasil pengukuran sampel dengan tipe SAE 10W – 30. Oli ini memiliki *dual grade* yaitu pada saat cuaca dingin kekentalan oli nya yaitu senilai SAE 10 sedangkan pada cuaca panas kekentalan oli nya yaitu senilai SAE 30. Rata – rata nilai viskositas yang didapat yaitu 123,8 cP. Dari hasil penelitian nilai kekentalan oli yang didapat sesuai dengan nilai kekentalan pada tipe oli SAE 10 yaitu berkisar 85 – 140 cP.

Tabel 4.3 menunjukkan data hasil pengukuran sampel dengan tipe SAE 20W – 40. Oli ini memiliki *dual grade* yaitu pada saat cuaca dingin kekentalan oli nya yaitu senilai SAE 20 sedangkan pada cuaca panas kekentalan oli nya yaitu senilai SAE 40. Rata – rata nilai viskositas yang didapat yaitu 162,8 cP. Dari hasil penelitian nilai kekentalan oli yang didapat sesuai dengan nilai kekentalan pada tipe oli SAE 20 yaitu berkisar 140 – 420 cP.

Semakin kecil nilai viskositas oli yang diuji (encer), semakin kecil pula hambatan yang menghambat putaran motor DC. Seperti pengertian viskositas, “Viskositas dapat dinyatakan sebagai tahanan aliaran fluida yang merupakan gesekan antara molekul – molekul cairan satu dengan yang lain”. Semakin encer sampel yang diuji maka frekuensi motor DC akan semakin tinggi seperti yang terlihat pada gambar 4.8. Suatu jenis cairan yang mudah mengalir dapat dikatakan memiliki viskositas yang rendah. Sedangkan bahan – bahan yang sulit mengalir dikatakan memiliki viskositas yang tinggi.

Arus yang terjadi pada motor DC mempunyai kecenderungan menurun saat nilai viskositas cairan semakin kecil, seperti pada Gambar 4.9. Penurunan arus ini dikarenakan daya yang dibutuhkan oleh motor DC untuk bekerja lebih kecil dibandingkan saat harus bekerja pada sampel dengan viskositas yang lebih besar (kental). Seperti yang dinyatakan oleh hukum Joule bahwa daya yang dibutuhkan oleh motor DC untuk bekerja adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir dikalikan besarnya hambatan yang terjadi pada rangkaian tersebut. Jadi saat hambatan motor DC besar maka daya yang dibutuhkan juga besar. Sehingga arus yang mengalir pada motor DC juga besar.

Grafik yang didapat pada penelitian kali ini seluruhnya beresilasi. Meskipun mempunyai kecenderungan linear, tapi tidak ada yang benar-benar linear. Sumber tegangan dari PLN dan regulator tegangan yang kurang sempurna mengakibatkan supply tegangan untuk motor DC juga sedikit kurang stabil.

Hasil yang didapat pada penelitian ini menunjukkan hasil yang cukup baik. Grafik 4.7 dan 4.10 menunjukkan bahwa antara oli baru tersebut memiliki viskositas yang berbeda. Namun alat ini belum terkalibrasi dengan alat dengan tipe yang sama. Nilai viskositas yang muncul pada LCD adalah hasil dari perhitungan persamaan 2.11

Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini alat ini sudah dapat mengukur viskositas oli dengan berbagai variasi kode SAE. Namun belum dapat mengukur secara pasti nilai viskositas tersebut karena belum dikalibrasi. Sehingga alat ini masih perlu diuji dengan alat standard untuk mengetahui nilai pasti dari hasil tersebut.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB V PENUTUP

Setelah melakukan perencanaan, perancangan dan pengujian alat, dapat diambil kesimpulan dan memberikan saran demi penyempurnaan penelitian ini. Setelah melakukan perencanaan, perancangan dan pengujian alat, dapat diambil kesimpulan dan memberikan saran demi penyempurnaan penelitian ini. Sistem pada alat ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu kontroller dan modul sensor. Bagian kontroller akan menampilkan hasil dari kekentalan yang didapat serta memberi perintah kepada motor DC untuk berputar melalui *push button*. Sedangkan pada bagian modul sensor terdapat motor DC , efek hall dan magnet. Output berupa perubahan kecepatan motor DC dan arus yang mengalir pada motor DC. Alat ini berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan alat ukur kekentalan yang sudah ada.

Terdapat pula saran dalam pengembangan penelitian ini yaitu dapat digunakan untuk semua jenis oli untuk mendeteksi kelayakan pakai dari oli tersebut dan bersifat lebih portabel agar dapat digunakan walaupun dalam keadaan tidak ada listrik.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan---

DAFTAR PUSTAKA

1. Fraden, Jacob. 2003. Handbook of Modern Sensor Physics, Designs, and Applications Third Edition. New York : Springer-Verlag.
2. Mahmud, Muh. Said. 2008. Perencanaan dan Pembuatan Alat Ukur Viskositas Oli Mesin pada Kendaraan Bermotor Berbasis Teknologi. Teknologi, Volume 7 Nomor 4. 157-163
3. Mujiman. 2008. Simulasi Pengukuran Nilai Viskositas Oli Mesran SAE 10-40 dengan Penampil LCD. Telkomnika, Vol. 6 No. 1. 49-56
4. PT. Toyota Astra Motor. 1995. New Step 1 Training Manual. Jakarta: Pt. Toyota-Astra Motor National Division
5. Samdara, Rida, Syamsul Bahri & Ahmad Muqorobin. 2008. Rancang Bangun Viskometer Dengan Metode Rotasi Berbasis Komputer. Jurnal Gradien Vol.4 No.2 . 342-348
6. Steffe, James F.1996. Rheological Methods in Food Process Engineering. USA:Freeman Press
7. Suciyati, Sri Wahyu, Arif Surtono. 2009. Pemanfaatan Sensor Koil Sebagai Detektor Pencatat Waktu pada Viscosimeter Metode Bola Jatuh Berbasis Komputer. Makalah disajikan dalam Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Lambungmangkurat, Banjarmasin.
8. Sudjana. 1992. Metoda Statistika. Bandung: Tarsito
9. Suprpto. 2004. Bahan Bakar dan Pelumas. Semarang: Teknik Mesin UNNES.
10. Sutrisno. 1987. Elektronika: Teori Dasar dan Penerapannya. Jilid 2. Bandung: Penerbit ITB.
11. Sutrisno. 1987. Elektronika: Teori Dasar dan Penerapannya. Jilid 3. Bandung: Penerbit ITB.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan---

LAMPIRAN

A. Listing Program

```
volatile int rpmcount = 0;
int rpm = 0;
unsigned long lastmillis = 0;
double Voltage = 0;
double Current = 0;
const int pinTombol1 = 8;
const int pinTombol2 = 9;
const int pinSPEED = 3;
int Kecepatan = 0;
float Viskositas;
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define I2C_ADDR 0x27
#define BACKLIGHT_PIN 3
#define En_pin 2
#define Rw_pin 1
#define Rs_pin 0
#define D4_pin 4
#define D5_pin 5
#define D6_pin 6
#define D7_pin 7
LiquidCrystal_I2C
lcd(I2C_ADDR,En_pin,Rw_pin,Rs_pin,D4_pin,D5_pin,D6_pin,D
7_pin);
void setup()
{
Serial.begin(9600);
pinMode(pinTombol1, INPUT);
pinMode(pinTombol2, INPUT);
pinMode(pinSPEED, OUTPUT);
digitalWrite(pinTombol1, HIGH);
digitalWrite(pinTombol2, HIGH);
pinMode ( BACKLIGHT_PIN, OUTPUT );
digitalWrite ( BACKLIGHT_PIN, HIGH );
lcd.begin(16, 2);
lcd.backlight();
```

```

lcd.home ();
attachInterrupt(0, rpm_fan, FALLING);
}
void loop()
{
  Kecepatan = constrain(Kecepatan, 0, 300);
  rpm = rpmcount * 60;
  Serial.print("RPM =\t");
  Serial.print(rpm);
  Serial.print("\t Hz=\t");
  Serial.println(rpmcount);
  rpmcount = 0;
  delay(500);
  Voltage = Voltage /1000;
  Current = (Voltage - 2.5)/ 0.185;
  Serial.print("\n Voltage Sensed (V) = ");
  Serial.print(Voltage,2);
  Serial.print("\t Current (A) = ");
  Serial.print(Current,2); //
  delay(500);
  analogWrite(pinSPEED, Kecepatan);
  for(int i = 0; i < 1000; i++)
  {
    Voltage = (Voltage + (.0049 * analogRead(A0)));
    delay(1);
  }
  if (digitalRead(pinTombol1) == HIGH)
  {
    if (rpmcount >= 69)
    {
      Kecepatan = 255;
      Viskositas = 0;
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.print("SAE 20");
      lcd.setCursor(0,1);
      lcd.print(Viskositas);
      Serial.println(Viskositas);
      delay(100);
    }
  }
}

```

```

}
else if (rpmcount < 69)
{
Kecepatan = 255;
Viskositas = 1000*(((12.00 * Current) /
(3,874.2444*rpmcount)) *468.75);

lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("SAE 20");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(Viskositas);
Serial.println(Viskositas);
delay(100);
}
}
else if (digitalRead(pinTombol2) == HIGH)
{
Kecepatan = 255;
Viskositas = (9.0f * Current) / (8.0f * 3.14f * 3.14f * 3.14f *
rpmcount * 10.0f * 7.0f ) * (1.0f / 16.0f) - (1.0f / 64.0f);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("SAE 30");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(Viskositas);
Serial.println(Viskositas);
}
else
{
Kecepatan = 0;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("TIPE OLI");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("1. 20 2. 30");
delay(100);
}
if (millis() - lastmillis == 1000)
{

```

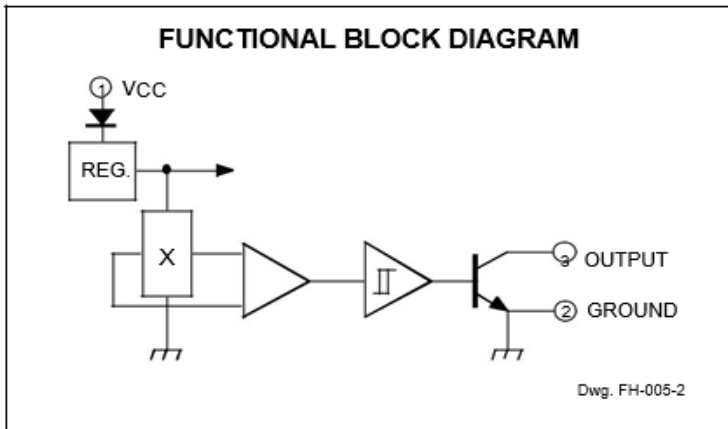
```

detachInterrupt(0);
lastmillis = millis();
attachInterrupt(0, rpm_fan, FALLING);
}
}
void rpm_fan()
rpmcount++;
}

```

B. Data Sheet

- Sensor Efek Hall



ELECTRICAL CHARACTERISTICS at $V_{CC} = 8\text{ V}$ over operating temperature range.

| Characteristic | Symbol | Test Conditions | Limits | | | |
|---------------------------|----------------|--|--------|------|------|----------------|
| | | | Min. | Typ. | Max. | Units |
| Supply Voltage | V_{CC} | Operating | 4.5 | — | 24 | V |
| Output Saturation Voltage | $V_{OUT(SAT)}$ | $I_{OUT} = 20\text{ mA}$, $B > B_{OP}$ | — | 175 | 400 | mV |
| Output Leakage Current | I_{OFF} | $V_{OUT} = 24\text{ V}$, $B < B_{RP}$ | — | <1.0 | 10 | $\mu\text{ A}$ |
| Supply Current | I_{CC} | $B < B_{RP}$ (Output OFF) | — | 4.4 | 9.0 | mA |
| Output Rise Time | t_r | $R_L = 820\ \Omega$, $C_L = 20\text{ pF}$ | — | 0.04 | 2.0 | $\mu\text{ s}$ |
| Output Fall Time | t_f | $R_L = 820\ \Omega$, $C_L = 20\text{ pF}$ | — | 0.18 | 2.0 | $\mu\text{ s}$ |

MAGNETIC CHARACTERISTICS in gauss over operating supply voltage range.

| Characteristic | Part Numbers* | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|
| | A3141- | | | A3142- | | | A3143- | | | A3144- | | |
| | Min. | Typ. | Max. | Min. | Typ. | Max. | Min. | Typ. | Max. | Min. | Typ. | Max. |
| B_{OP} at $T_A = 25^\circ\text{C}$ over operating temp. range | 50 | 100 | 160 | 130 | 180 | 230 | 220 | 280 | 340 | 70 | — | 350 |
| | 30 | 100 | 175 | 115 | 180 | 245 | 205 | 280 | 355 | 35 | — | 450 |
| B_{RP} at $T_A = 25^\circ\text{C}$ over operating temp. range | 10 | 45 | 130 | 75 | 125 | 175 | 165 | 225 | 285 | 50 | — | 330 |
| | 10 | 45 | 145 | 60 | 125 | 190 | 150 | 225 | 300 | 25 | — | 430 |
| B_{hys} at $T_A = 25^\circ\text{C}$ over operating temp. range | 20 | 55 | 80 | 30 | 55 | 80 | 30 | 55 | 80 | 20 | 55 | — |
| | 20 | 55 | 80 | 30 | 55 | 80 | 30 | 55 | 80 | 20 | 55 | — |

NOTES: Typical values are at $T_A = +25^\circ\text{C}$ and $V_{CC} = 8\text{V}$.

B_{OP} = operate point (output turns ON); B_{RP} = release point (output turns OFF); B_{hys} = hysteresis ($B_{OP} - B_{RP}$).

1 gauss (G) is exactly equal to 0.1 millitesla (mT).

*Complete part number includes a suffix to identify operating temperature range (E- or L-) and package type (-LT or -UA).

• Sensor Arus ACS712

Selection Guide

| Part Number | Packing* | T_{OP} ($^\circ\text{C}$) | Optimized Range, I_P (A) | Sensitivity, Sens (Typ) (mV/A) |
|-------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| ACS712ELCTR-05B-T | Tape and reel, 3000 pieces/reel | -40 to 85 | ± 5 | 185 |
| ACS712ELCTR-20A-T | Tape and reel, 3000 pieces/reel | -40 to 85 | ± 20 | 100 |
| ACS712ELCTR-30A-T | Tape and reel, 3000 pieces/reel | -40 to 85 | ± 30 | 66 |

*Contact Allegro for additional packing options.

Absolute Maximum Ratings

| Characteristic | Symbol | Notes | Rating | Units |
|---------------------------------------|---------------------------|---|------------|------------------|
| Supply Voltage | V_{CC} | | 8 | V |
| Reverse Supply Voltage | V_{RCC} | | -0.1 | V |
| Output Voltage | V_{IOUT} | | 8 | V |
| Reverse Output Voltage | V_{RIOUT} | | -0.1 | V |
| Output Current Source | $I_{IOUT(\text{source})}$ | | 3 | mA |
| Output Current Sink | $I_{IOUT(\text{sink})}$ | | 10 | mA |
| Overcurrent Transient Tolerance | I_P | 100 total pulses, 250 ms duration each, applied at a rate of 1 pulse every 100 seconds. | 60 | A |
| Maximum Transient Sensed Current | $I_R(\text{max})$ | Junction Temperature, $T_J < T_{J(\text{max})}$ | 60 | A |
| Nominal Operating Ambient Temperature | T_A | Range E | -40 to 85 | $^\circ\text{C}$ |
| Maximum Junction | $T_{J(\text{max})}$ | | 165 | $^\circ\text{C}$ |
| Storage Temperature | T_{stg} | | -65 to 170 | $^\circ\text{C}$ |

COMMON OPERATING CHARACTERISTICS¹ over full range of T_{OP} , $C_F = 1$ nF, and $V_{CC} = 5$ V, unless otherwise specified

| Characteristic | Symbol | Test Conditions | Min. | Typ. | Max. | Units |
|---|----------------|--|-----------|------------------------|-----------|---------------|
| ELECTRICAL CHARACTERISTICS | | | | | | |
| Supply Voltage | V_{CC} | | 4.5 | 5.0 | 5.5 | V |
| Supply Current | I_{CC} | $V_{CC} = 5.0$ V, output open | 6 | 8 | 11 | mA |
| Output Zener Clamp Voltage | V_Z | $I_{CC} = 11$ mA, $T_A = 25^\circ\text{C}$ | 6 | 8.3 | – | V |
| Output Resistance | R_{OUT} | $I_{OUT} = 1.2$ mA, $T_A = 25^\circ\text{C}$ | – | 1 | 2 | Ω |
| Output Capacitance Load | C_{LOAD} | V_{IOUT} to GND | – | – | 10 | nF |
| Output Resistive Load | R_{LOAD} | V_{IOUT} to GND | 4.7 | – | – | k Ω |
| Primary Conductor Resistance | $R_{PRIMARY}$ | $T_A = 25^\circ\text{C}$ | – | 1.2 | – | m Ω |
| RMS Isolation Voltage | V_{ISORMS} | Pins 1-4 and 5-8; 60 Hz, 1 minute, $T_A = 25^\circ\text{C}$ | 2100 | – | – | V |
| DC Isolation Voltage | V_{ISDC} | Pins 1-4 and 5-8; 1 minute, $T_A = 25^\circ\text{C}$ | – | 5000 | – | V |
| Propagation Time | t_{PROP} | $I_p = I_p(\text{max})$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_{OUT} = \text{open}$ | – | 3 | – | μs |
| Response Time | $t_{RESPONSE}$ | $I_p = I_p(\text{max})$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_{OUT} = \text{open}$ | – | 7 | – | μs |
| Rise Time | t_r | $I_p = I_p(\text{max})$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_{OUT} = \text{open}$ | – | 5 | – | μs |
| Frequency Bandwidth | f | –3 dB, $T_A = 25^\circ\text{C}$; I_p is 10 A peak-to-peak | 50 | – | – | kHz |
| Nonlinearity | E_{LIN} | Over full range of I_p | – | ± 1 | ± 1.5 | % |
| Symmetry | E_{SYM} | Over full range of I_p | 98 | 100 | 102 | % |
| Zero Current Output Voltage | $V_{IOUT(G)}$ | Bidirectional; $I_p = 0$ A, $T_A = 25^\circ\text{C}$ | – | $V_{CC} \times 0.5$ | – | V |
| Magnetic Offset Error | V_{ERROR} | $I_p = 0$ A, after excursion of 5 A | – | 0 | – | mV |
| Clamping Voltage | V_{CH} | | Typ. –110 | $V_{CC} \times 0.9375$ | Typ. +110 | mV |
| | V_{CL} | | Typ. –110 | $V_{CC} \times 0.0625$ | Typ. +110 | mV |
| Power-On Time | t_{PO} | Output reaches 90% of steady-state level, $T_J = 25^\circ\text{C}$, 20 A present on leadframe | – | 35 | – | μs |
| Magnetic Coupling ² | | | – | 12 | – | G/A |
| Internal Filter Resistance ³ | $R_{F(INT)}$ | | – | 1.7 | – | k Ω |

¹Device may be operated at higher primary current levels, I_p , and ambient, T_A , and internal leadframe temperatures, T_{OP} , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_J(\text{max})$, is not exceeded.

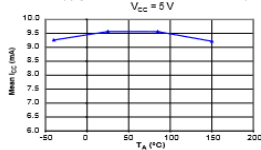
² $G = 0.1$ mT.

³ $R_{F(INT)}$ forms an RC circuit via the FILTER pin.

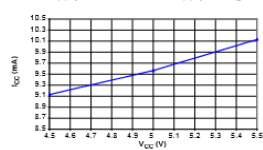
Characteristic Performance

$I_p = 5$ A, $S_{ens} = 185$ mV/A unless otherwise specified

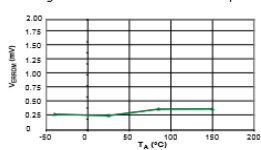
Mean Supply Current versus Ambient Temperature



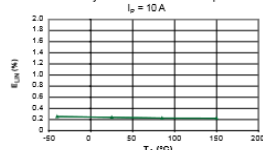
Supply Current versus Supply Voltage



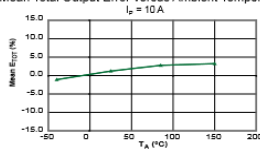
Magnetic Offset versus Ambient Temperature

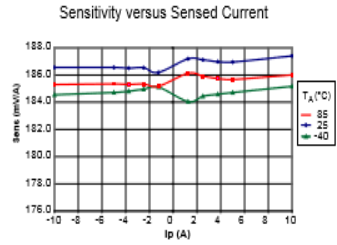
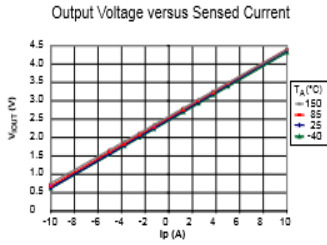


Nonlinearity versus Ambient Temperature



Mean Total Output Error versus Ambient Temperature





- Driver Motor L298N

SPECIFICATIONS

| PARAMETER | VALUE |
|-------------------|-----------|
| Operating Voltage | Up to 46v |
| DC Current | 4A |

PIN DETAILS

| PIN | NAME | DETAILS |
|-----|------|----------------------|
| 1 | gnd | ground |
| 2 | +12v | Power supply input |
| 3 | IN1 | Direction of motor 1 |
| 4 | IN2 | Direction of motor 1 |
| 5 | ENA | Controlling motor 1 |
| 6 | ENB | Controlling motor 2 |
| 7 | IN3 | Direction of motor 2 |
| 8 | IN4 | Direction of motor 2 |

1. Introduction

Motor 1 Specification – 12V DC Motor

Features

- ◆ 12V – 200RPM –
- ◆ 3.6KG•CM torque DC gearhead motor
- ◆ 30:1 Gear Ratio
- ◆ 2mm rear encoder shaft
- ◆ Good compromise between speed and torque for small robotic designs.

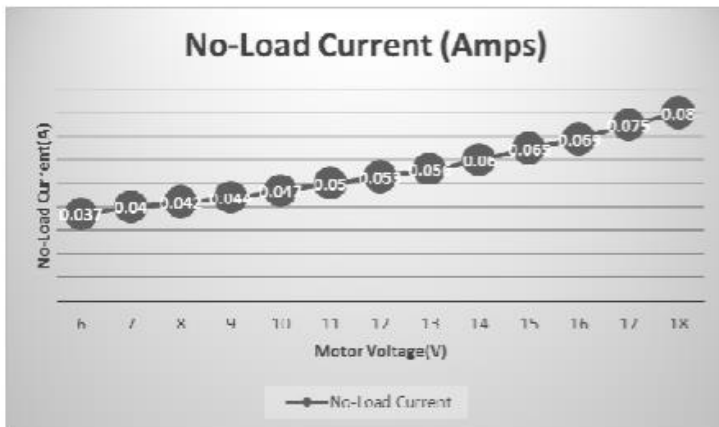
1.1 Description

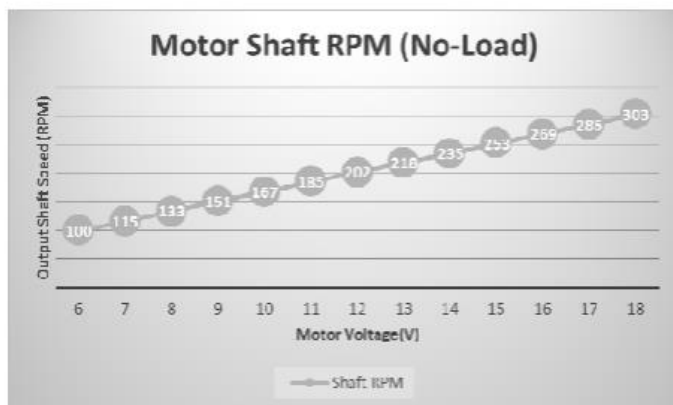
Motor1 is a 12V DC geared motor with a .25" motor output shaft and a 2mm rear encoder shaft. The 2mm shaft works with our ENC300 quadrature encoder to allow the motor to be used in position control applications. Motor controllers that are rated for 12V@2A are ideal for controlling this motor. However, motor controllers with lower current ratings can also be used if they have over-current and over-temperature protection.

2. Motor1 Specifications

2.1 DC Gearhead Motor Characteristics

| Characteristic | Value | Unit |
|--|--------|----------|
| Operating voltage | 4.5-18 | V |
| Startup torque (kilogram-force centimeter) | 3.6 | KG•CM |
| Startup torque (inch-pound) | 3.1 | Inch•lbf |
| Gear ratio | 30:1 | |
| No-Load Current (12V) | 0.053 | A |
| Stall Current | 1.5 | A |
| No-Load Speed (12V) | 200 | RPM |





---- Halaman ini sengaja dikosongkan ----

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Ruth Nelly Hasugian lahir di kota Medan, provinsi Sumatera Utara pada tanggal 21 Mei 1997 dari pasangan Kriston Hasugian dan Hotmaida Sihaloho. Penulis merupakan anak ketiga dari empat bersaudara. Setelah menyelesaikan Sekolah Dasar, Sekolah Menengah Pertama dan Sekolah Menengah Atas di daerah asalnya yaitu Medan pada tahun 2015, dengan rahmad Tuhan YME serta kedua orang tua, penulis melanjutkan pendidikan di Departemen Teknik Elektro Otomasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Penulis mempunyai kemauan yang kuat untuk menjadi yang lebih baik dari yang sebelumnya.

E-mail: ruth.nelly97@gmail.com